

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RONAN FELIPE DE SOUZA

FITOSSOCIOLOGIA E DINÂMICA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA NO PARQUE
NACIONAL DO IGUAÇU

CURITIBA

2015

RONAN FELIPE DE SOUZA

FITOSSOCIOLOGIA E DINÂMICA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA NO PARQUE
NACIONAL DO IGUAÇU

Tese apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Doutor em Ciências
Florestais, no Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião do Amaral
Machado

Coorientador: Prof. Dr. Franklin Galvão
Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

CURITIBA

2015

Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR
Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR

Souza, Ronan Felipe de

Fitossociologia e dinâmica da vegetação arbórea no Parque Nacional do Iguaçu / Ronan Felipe de Souza. – 2015
135 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado

Coorientadores: Prof. Dr. Franklin Galvão

Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 30/01/2015.

Área de concentração: Manejo Florestal

1. Comunidades vegetais - Paraná. 2. Dinâmica florestal. 3. Vegetação - Mapeamento. 4. Mata Atlântica. 5. Teses. I. Machado, Sebastião do Amaral. II. Galvão, Franklin. III. Figueiredo Filho, Afonso. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9098162

CDU – 634.0.182(816.2)

PARECER

Defesa nº. 1071

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Ronan Felipe de Souza* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**FITOSSOCIOLOGIA E DINÂMICA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em MANEJO FLORESTAL.



Dr. Alexandre Uhlmann

EMBRAPA / FLORESTAS
Primeiro examinador



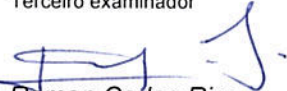
Dr. Márcio Coraiola

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Segundo examinador



Dr. Ana Paula Dalla Corte

Universidade Federal do Paraná
Terceiro examinador



Dr. Roman Carlos Rios

Universidade Federal do Paraná
Quarto examinador



Dr. Sebastião do Amaral Machado

Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 30 de janeiro de 2015.



Antonio Carlos Batista

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Sebastião do Amaral Machado pela confiança e dedicação depositadas neste trabalho, bem como, pelas contribuições para a minha formação pessoal e profissional.

Ao Prof. Franklin Galvão e ao Prof. Afonso Figueiredo Filho, pelas contribuições valiosas para a realização deste trabalho.

À banca examinadora, pelas contribuições para a melhoria do trabalho.

Aos colegas que participaram dos trabalhos de campo e àqueles que, de alguma forma, colaboraram para a execução deste trabalho.

À equipe do Museu Botânico de Curitiba, que contribuiu para a identificação do material botânico coletado em campo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade e disponibilização da estrutura.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pela autorização, disponibilização da estrutura e auxílio na execução dos trabalhos de campo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo aporte financeiro na forma de bolsa de estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo aporte financeiro na forma de auxílio à pesquisa.

À Vanessa, minha namorada e companheira, pela paciência e apoio incondicional ao longo destes anos de dedicação a este trabalho.

Aos meus pais, Jorge e Lara, e aos meus irmãos, Pablo e Peterson, pelo apoio em cada uma das etapas ao longo da minha vida.

RESUMO

A fragmentação atual da Mata Atlântica é resultado da ocupação desordenada que ocorreu nas décadas passadas. Neste Bioma, como forma de prevenir a completa deterioração da vegetação, foram criadas leis ambientais rigorosas e várias Unidades de Conservação (UC), as quais, além de garantir a manutenção da fauna e flora, são propícias ao desenvolvimento de pesquisas ecológicas que possam embasar a elaboração de planos de manejo. Neste contexto, está inserido o Parque Nacional do Iguaçu (PNI), que, apesar de sua reconhecida importância para a preservação dos recursos naturais, até o presente momento não havia recebido a devida atenção dos pesquisadores florestais. Este fator, somado ao reduzido volume de trabalhos encontrados para as florestas estacionais do Sul do Brasil, foram os elementos motivadores para o desenvolvimento deste trabalho. Assim, com o objetivo de conhecer melhor a sua vegetação e a ecologia de suas espécies arbóreas, uma rede de parcelas permanentes foi instalada, delineada de forma a representar ao máximo as variações ambientais e florísticas existentes. As parcelas foram mensuradas em duas ocasiões, nos anos de 2011 e 2013 e, após a segunda medição, foram identificadas 167 espécies, representantes de 108 gêneros e 48 famílias, as quais, em sua maioria, se distribuíram na vegetação afetadas pelas variações térmicas, hídricas e de fertilidade dos solos, formando distintos grupos florísticos. Entre as espécies de maior importância fitossociológica nas florestas estacionais estão *Euterpe edulis* Mart., *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Cordia americana* (L.) Gottschling & J. S. Mill. e *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez; no Ecótono entre a Floresta Ombrófila Mista e Estacional se destacaram *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. e *Nectandra lanceolata* Nees & Mart., seguidas por *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.. Em geral as florestas foram consideradas em estágio avançado de sucessão ecológica. O incremento periódico médio em diâmetro da vegetação foi afetado de forma significativa entre as classes de diâmetro e variáveis ambientais analisadas. O incremento em área basal e as taxas de mortalidade e ingresso não apresentaram diferenças significativas, apesar das correlações observadas para alguns gradientes ambientais. A luminosidade e o desenvolvimento da copa apresentaram as melhores associações com o incremento em diâmetro. Os resultados deste trabalho podem ser usados no aprimoramento do plano de manejo desta unidade de conservação, bem como, contribuir para a elaboração e execução de planos de manejo, recuperação de áreas degradadas e implantação de povoamentos com o uso de espécies nativas da Mata Atlântica.

Palavras chave: Mata Atlântica; Conservação da natureza; Manejo florestal.

ABSTRACT

The current fragmentation of the Atlantic Forest is the result of disordered occupation that occurred in the past decades. In this biome, to ward against the complete degradation of vegetation, rigorous environmental laws were created and several Conservation Units (UC), which, in addition to ensuring the maintenance of wildlife and flora, are favorable to the development of ecological research that may support the elaboration of management plans. In this context, the Iguaçu National Park (PNI) is inserted, which, despite its recognized importance for the preservation of natural resources, to the present time had not received proper attention of forest researchers. This factor, coupled with the low level of studies found for the semideciduous forests of South Brazil were the motivating elements for the development of this study. Thus, with the objective to better understand its vegetation and ecology their tree species, a network of permanent plots is installed outlined to represent the most variations of environmental and floristic existing. The plots were measured on two occasions, in 2011 and 2013 and, after the second measurement were identified 167 species distributed in 108 genus and 48 families, which, in most cases, were distributed in the vegetation affected by temperature variations, water and soil fertility, forming distinct floristic groups. Among the species of more importance phytosociological in seasonal forests are *Euterpe edulis* Mart., *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Cordia americana* (L.) Gottschling & JS Mill. and *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez; as the Ecótono between of rainforests and seasonal forests stood out *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. and *Nectandra lanceolata* Nees & Mart., followed by *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze and *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. In general, forests were considered advanced stages of ecological succession. The average periodic increment in diameter of the vegetation was affect significantly between the diameter classes and environmental variables. The increase in basal area, mortality and recruitment rates showed no significant differences, despite the correlations observed for some environmental gradients. The lighting and development of the tree canopy had the best associations with the increase in diameter. Study results can be used in the improvement of the management plan of this protected area, as well as contribute to the development and implementation of management plans, recovery of degraded areas and implementation of forest stands with the use of native species of the Atlantic Forest.

Key-works: Atlantic Forest; Nature conservation; Forest management.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - VEGETAÇÃO REMANESCENTE DO ESTADO DO PARANÁ.....	16
FIGURA 1.2 - LITOLOGIA DO ESTADO DO PARANÁ.....	17
FIGURA 1.3 - FITOGEOGRAFIA DO ESTADO DO PARANÁ	19
FIGURA 1.4 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU...33	
FIGURA 1.5 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO ESTADO DO PARANÁ E ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	34
FIGURA 1.6 - LOCALIZAÇÃO DOS GRUPOS DE PARCELAS PERMANENTES INSTALADAS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	37
FIGURA 1.7 - ILUSTRAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS NA RAMPA DE DRENAGEM.....	38
FIGURA 1.8 - CROQUI PADRÃO PARA AS PARCELAS	38
FIGURA 2.1 - RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE ESPÉCIES (± 1 DESVIO PADRÃO) E O ESFORÇO AMOSTRAL ACUMULADO	57
FIGURA 2.2 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO PARA A DISTRIBUIÇÃO DAS 21 PARCELAS NOS DOIS PRIMEIROS EIXOS DE ORDENAÇÃO PRODUZIDOS PELA CCA E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS, INDICADAS POR VETORES. $V\%$ - SATURAÇÃO POR BASES; $AL\%$ - SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO; ARGILA% - PERCENTUAL DE ARGILA.....	62
FIGURA 2.3 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO PARA A DISTRIBUIÇÃO DAS 70 ESPÉCIES NOS DOIS PRIMEIROS EIXOS DE ORDENAÇÃO PRODUZIDOS PELA CCA E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS, INDICADAS POR VETORES. ESPÉCIES REPRESENTADAS POR SEUS RESPECTIVOS CÓDIGOS NUMÉRICOS (TABELA 2.4); $V\%$ - SATURAÇÃO POR BASES; $AL\%$ - SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO; ARGILA% - PERCENTUAL DE ARGILA.....	65
FIGURA 2.4 - NEBLINA OBSERVADA PELA MANUTENÇÃO DE TEMPERATURA MAIS FRIA AO LONGO DA MANHÃ NOS VALES DA REGIÃO ENTRE ALTITUDES DE 500 E 700 M NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU. VISTA DA TORRE DE INCÊNDIO NO POSTO DE INFORMAÇÃO E CONTROLE NO MUNICÍPIO DE CÉU AZUL	69

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 - MÉDIAS HISTÓRICAS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO PARA CADA MÊS NAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS PRÓXIMAS AO PNI	35
TABELA 2.1 - CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS PARCELAS INSTALADAS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.....	55
TABELA 2.2 - CLASSIFICAÇÃO DAS PARCELAS NA VEGETAÇÃO POR MEIO DA TWINSpan	58
TABELA 2.3 - CORRELAÇÃO “ <i>intraset</i> ” PARA OS DOIS PRIMEIROS EIXOS DE ORDENAÇÃO DA CCA E CORRELAÇÃO DE PEARSON (<i>r</i>) PARA AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS PADRONIZADAS	61
TABELA 2.4 - ESPÉCIES COM DENSIDADE MAIOR OU IGUAL A 10 ÁRVORES, CÓDIGOS NUMÉRICOS (Cód.) E VALORES CANÔNICOS PARA OS DOIS PRIMEIROS EIXOS DE ORDENAÇÃO DA CCA.....	64
TABELA 3.1 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA E SUFICIÊNCIA AMOSTRAL PARA A DENSIDADE (N) E ÁREA BASAL (G) NAS FORMAÇÕES VEGETAIS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.....	84
TABELA 3.2 - FITOSSOCIOLOGIA POR FORMAÇÃO VEGETAL DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.....	86
TABELA 3.3 - ESPÉCIES ARBÓREAS COM RESPECTIVA CLASSIFICAÇÃO NOS GRUPOS ECOLÓGICOS (GE) E FORMAÇÕES VEGETAIS PREDOMINANTES, FREQUÊNCIA PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA NAS PARCELAS (FR), DENSIDADE AMOSTRAL (DE) E VALOR DE COBERTURA PERCENTUAL PARA CADA FORMAÇÃO VEGETAL EXISTENTE NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	88
TABELA 3.4 - FREQUÊNCIA RELATIVA POR CLASSE DE DIÂMETRO DAS 21 PARCELAS INSTALADAS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	95
TABELA 3.5 - FREQUÊNCIA RELATIVA POR CLASSE DE ALTURA PARA O PONTO DE INVERSÃO MORFOLÓGICA DAS 21 PARCELAS INSTALADAS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.....	96
TABELA 3.6 - VALOR DE COBERTURA PARA OS GRUPOS ECOLÓGICOS E ESTÁGIO SUCESSIONAL DAS 21 PARCELAS INSTALADAS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.....	97
TABELA 4.1 - CRITÉRIOS FITOSSOCIOLÓGICOS E FITOSSANITÁRIOS PARA CARACTERIZAR AS ÁRVORES NO INVENTÁRIO FLORESTAL DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.....	113

TABELA 4.2 - DINÂMICA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU POR CLASSE DE DIÂMETRO ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013	115
TABELA 4.3 - EFEITO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013.....	116
TABELA 4.4 - EFEITO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DINÂMICA DAS DIFERENTES FORMAÇÕES VEGETAIS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013.....	117
TABELA 4.5 - INCREMENTO PERIÓDICO MÉDIO EM DIÂMETRO ($IP_{\bar{d}}$) DAS DEZ ESPÉCIES COM MAIOR IMPORTÂNCIA EM CADA FORMAÇÃO VEGETAL EXISTENTE NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013.....	118
TABELA 4.6 - EFEITO DE CARACTERÍSTICAS FITOSSOCIOLÓGICAS E FITOSSANITÁRIAS NO INCREMENTO PERIÓDICO MÉDIO EM DIÂMETRO ($IP_{\bar{d}}$) PARA DIFERENTES GRUPOS ECOLÓGICOS ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013.....	119

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 - ESPÉCIES COM RESPECTIVOS VALORES DE IMPORTÂNCIA (VI%) E POSIÇÃO NAS FORMAÇÕES VEGETAIS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	134
--	-----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 INFORMAÇÕES GERAIS DA PESQUISA	15
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
1.1.1 O Desmatamento no Estado do Paraná	15
1.1.2 O Terceiro Planalto Paranaense	16
1.1.2.1 Geologia, Geomorfologia e Solos	16
1.1.2.2 Formações Vegetais	18
1.1.2.3 Estudos da Vegetação Arbórea	20
1.1.3 A Sucessão e os Grupos Ecológicos	21
1.1.4 Métodos de Análise da Vegetação	23
1.1.4.1 Análise Multivariada	23
1.1.4.2 Índice de Similaridade, Diversidade e Equabilidade	25
1.1.4.3 Parâmetros Fitossociológicos	26
1.1.4.4 Dinâmica Florestal	29
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	30
1.2.1 O Parque Nacional do Iguaçu	30
1.2.1.1 História	30
1.2.1.2 Plano de Manejo	31
1.2.1.3 Localização	32
1.2.1.4 Clima	33
1.2.1.5 Geomorfologia e Solos	35
1.2.1.6 Vegetação	36
1.2.2 Amostragem	36
1.2.3 Variáveis Dendrométricas	38
1.2.4 Identificação de Espécies	39
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
2 AS FORMAÇÕES VEGETAIS E A RELAÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	49
2.1 RESUMO	49
2.2 INTRODUÇÃO	49
2.3 MATERIAL E MÉTODOS	51
2.3.1 Área de Estudo	51
2.3.2 Dados e Análises	51
2.4 RESULTADOS	53
2.4.1 Caracterização Ambiental	53
2.4.2 Abrangência Florística	56
2.4.3 Classificação da Vegetação	57
2.4.4 Ordenação da Vegetação	60
2.5 DISCUSSÃO	66
2.6 CONCLUSÕES	74

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
3 FITOSSOCIOLOGIA E ESTÁGIO SUCESSIONAL DA VEGETAÇÃO ARBÓREA NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	80
3.1 RESUMO.....	80
3.2 INTRODUÇÃO	80
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	82
3.3.1 Área de Estudo.....	82
3.3.2 Dados e Análises.....	82
3.4 RESULTADOS	84
3.4.1 Eficiência Amostral	84
3.4.2 Fitossociologia.....	85
3.4.3 Estágio Sucessional	94
3.5 DISCUSSÃO	97
3.6 CONCLUSÕES	104
3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
4 DINÂMICA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	110
4.1 RESUMO.....	110
4.2 INTRODUÇÃO	110
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	112
4.3.1 Área de Estudo.....	112
4.3.2 Dados e Análises.....	112
4.4 RESULTADOS	114
4.4.1 Dinâmica da Vegetação por Classe de Diâmetro	114
4.4.2 Efeito de Variáveis Ambientais na Dinâmica da Vegetação	116
4.4.3 Efeito de Características Fitossociológicas e Fitossanitárias no Crescimento em Diâmetro.....	119
4.5 DISCUSSÃO	120
4.6 CONCLUSÕES	128
4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
5 CONCLUSÕES GERAIS	132
APÊNDICES	133

INTRODUÇÃO

A ocupação desordenada no Sul do Brasil, impulsionada pelo desenvolvimento econômico que a agricultura e a pecuária poderiam trazer, deixou um rastro de desmatamento significativo na Mata Atlântica. A fim de se evitar uma completa deterioração deste Bioma, leis foram criadas para que áreas degradadas fossem recuperadas e para que o uso das áreas remanescentes nas propriedades rurais ocorresse de forma racional.

Apesar destes esforços legais, para que as florestas sejam efetivamente recuperadas e preservadas e, ao mesmo tempo, possam gerar renda para as populações, é essencial que se conheça sua florística, fitossociologia e a ecologia das espécies existentes, bem como, é fundamental a descrição da estrutura horizontal e vertical e da sua dinâmica. Daniel e Arruda (2005) destacaram também que, qualquer iniciativa à produção econômica de florestas passa também pelo levantamento florístico e fitossociológico, formando duas grandes barreiras a ser vencidas para a formação de maciços florestais com espécies nativas suscetíveis a planos de manejo economicamente rentáveis na exploração comercial.

Em paralelo à criação de leis ambientais, como forma de garantir a manutenção da fauna e flora originais da Mata Atlântica, foram criadas várias Unidades de Conservação (UC). Destas áreas, as que estão em regime de proteção integral são propícias para a obtenção de informações ecológicas necessárias ao desenvolvimento de projetos florestais. Uma destas UC é o Parque Nacional do Iguaçu (PNI), criado em 1939 e tombado pela UNESCO como Patrimônio da Humanidade em 1986. Este Parque abriga uma rica diversidade florística distribuída ao longo de uma extensa superfície, caracterizada predominantemente por florestas estacionais, uma formação de grande relevância no Bioma Mata Atlântica.

As características desse Parque, somadas à escassez de informações disponíveis para sua vegetação e para as florestas estacionais do Sul do Brasil, bem como, a contribuição para a melhoria das técnicas silviculturais e de manejo que poderiam ser geradas a partir do conhecimento da ecologia das suas espécies, foram os elementos motivadores do desenvolvimento deste trabalho. O elevado volume de informações e análises que foram realizadas tornou necessária a estruturação do texto em capítulos.

No primeiro capítulo é apresentado um breve histórico do desmatamento no estado do Paraná e a caracterização ambiental (climática e pedológica) e da vegetação da região oeste do Estado, na qual o PNI está inserido. Ainda no primeiro capítulo podem ser observados o referencial teórico que embasou as análises dos dados da vegetação e uma abordagem histórica em relação à criação do Parque, bem como, a elaboração de seu plano de manejo. A descrição da metodologia para coleta de dados da vegetação e os procedimentos para a coleta de dados ambientais na área de estudo complementam o este capítulo.

Nos capítulos dois, três e quatro são apresentadas as abordagens específicas aos dados da vegetação. No segundo capítulo é apresentada a descrição de características ambientais do Parque, bem como, é descrita classificação das unidades amostrais na vegetação e a caracterização das formações vegetais existentes. A ordenação das espécies ao longo dos gradientes ambientais, efetuada por meio da Análise de Correspondência Canônica (CCA), complementa este capítulo.

No terceiro capítulo pode ser observada a análise de eficiência amostral, a fitossociologia nas diferentes formações vegetais e a classificação dos estágios de sucessão ecológica. A dinâmica da vegetação entre os anos de 2011 e 2013 foi avaliada no quarto capítulo, considerou-se para esta análise a distribuição de diâmetros e as variações ambientais existentes. Uma análise do efeito das características fitossociológicas e fitossanitárias no incremento em diâmetro das árvores é também apresentada. O quinto capítulo se destina às conclusões gerais do trabalho e recomendações para a continuidade de estudos nesta UC.

1 INFORMAÇÕES GERAIS DA PESQUISA

1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1.1 O Desmatamento no Estado do Paraná

Historicamente o Paraná experimentou diversos ciclos econômicos, responsáveis pela ocupação de suas variadas regiões fisiográficas. Durante os três séculos após a chegada dos colonizadores ao Estado, a ocupação efetivou-se do litoral até os campos gerais, sem alteração significativa da paisagem, tanto pela pequena população, quanto pelo desenvolvimento de atividades de pastoreio extensivo e agricultura de subsistência (SONDA e TRAUCZYNSKI, 2010).

Gubert Filho (1988) relatou que, com o advento do ciclo madeireiro em 1888, após a inauguração da ferrovia do Paraná, ligando Curitiba ao Porto de Paranaguá, a ocupação de áreas florestais foi se processando de forma acelerada, a ponto de, por volta de 1900, todo o planalto de Curitiba (primeiro planalto paranaense) estar devastado.

A partir de 1920, ocorreu a exploração de imensas regiões florestadas do segundo degrau do relevo escalonado do estado (segundo planalto paranaense) para implantação da agricultura extensiva, denominada “roças-de-toco”, em vista da expansão da população sertaneja, quase sempre entregue a um “nomadismo hereditário” (GUBERT FILHO, 1988).

No ano de 1950, Reinhard Maack publicou o Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná, no qual apresentou a situação das florestas paranaenses. Considerando como “regiões de matas devastadas” a totalidade do primeiro e segundo planaltos paranaenses, embora o terceiro planalto paranaense, no oeste do Estado, estivesse relativamente preservado (GUBERT FILHO, 1988).

Na década de 1960 o Paraná perdeu aproximadamente 240.000 hectares (ha) por ano à custa da expansão agrícola no oeste que perdurou até meados da década de 1970, quando as florestas foram esgotadas em quase sua totalidade. Em 1980, o “Inventário de Florestas Nativas do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF)”, encomendado à Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF), apontou a distribuição das florestas paranaenses da seguinte forma: “9,60% de florestas nativas de Araucária e Pluviais, 2,30% de parques e reservas e

planalto está inserido em uma das maiores e mais importantes reservas mundiais de água subterrânea, denominada Grupo São Bento, e da qual faz parte a formação Serra Geral.

Esta Formação é composta por rochas Ígneas Extrusivas provenientes dos derrames de lavas basálticas (FIGURA 1.2). O vulcanismo que ocorreu na região é considerado um dos maiores eventos vulcânicos da Terra, cobrindo cerca de 1.200.000 quilômetros quadrados (km²) que, além da porção oeste do Paraná, inclui ainda parte dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Mato Grosso, além de parte do Uruguai, Argentina e Paraguai. Foi um vulcanismo de fissura, ou seja, o magma era extravasado por meio de fendas (BIGARELLA *et al.*, 1985).

No Noroeste do estado do Paraná os arenitos eólicos da Formação Caiuá (Grupo Bauru) estão dispostos sobre basaltos da Formação Serra Geral. Formada por rochas Sedimentares Arenosas, a Formação Caiuá pode ser observada também nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e parte do Paraguai.

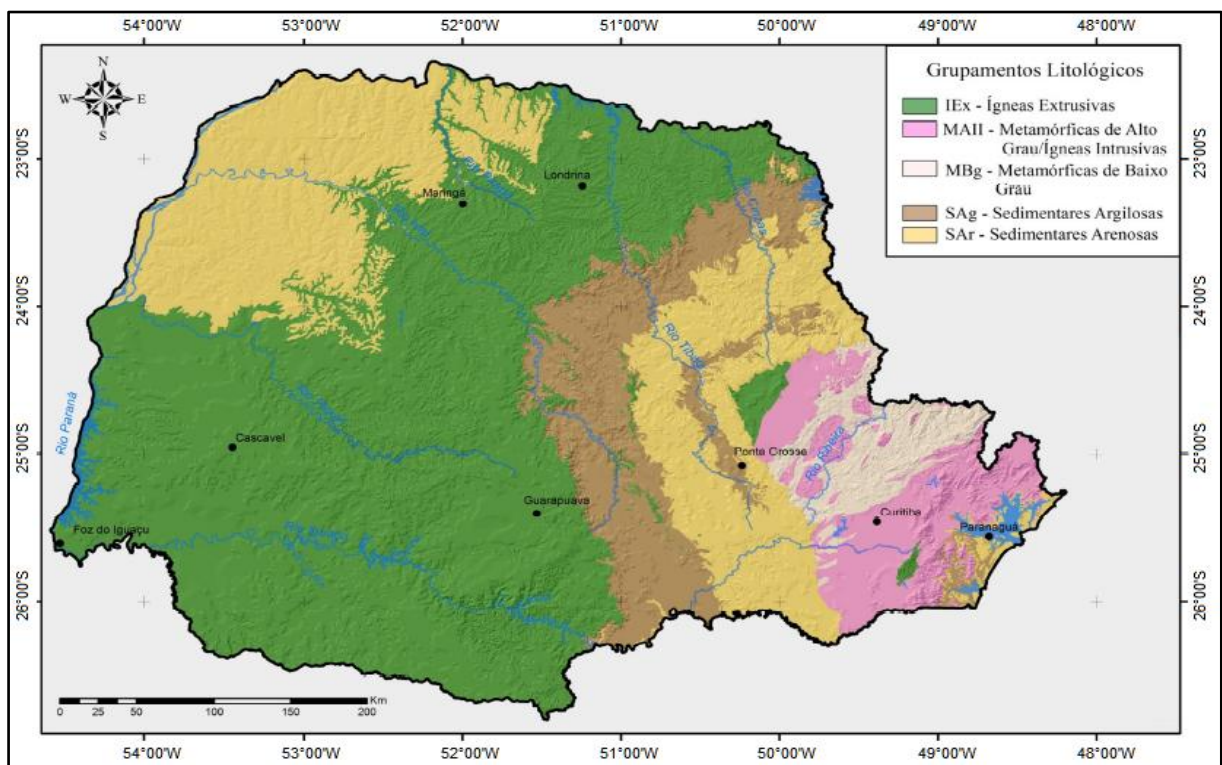


FIGURA 1.2 - LITOLOGIA DO ESTADO DO PARANÁ. FONTE: MINEROPAR (2006); ACCIOLY (2013).

Em relação à sua geomorfologia, o terceiro planalto paranaense apresenta, em geral, inclinação para oeste-noroeste e caracteriza-se por conjunto de relevos

planálticos subdivididos pelos principais afluentes do rio Paraná. As maiores altitudes são observadas na Serra da Esperança, variando de 1.100 a 1.250 m, diminuindo para altitudes entre 220 e 300 m na calha do rio Paraná (MINEROPAR, 2006).

Conforme EMBRAPA (2002), em razão do baixo teor de quartzo na composição da maioria das rochas do derrame basáltico, os solos originados destas rochas são argilosos, contendo baixa concentração de areia quartzosa. De maneira geral, IAPAR (1986) relaciona para o terceiro planalto paranaense seis ordens principais de solos: Latossolos, Argissolos, Nitossolos, Cambissolos, Gleissolos e Neossolos, subdivididas em 105 unidades pedológicas.

1.1.2.2 Formações Vegetais

A classificação da vegetação brasileira foi realizada pela primeira vez pelo naturalista alemão Carl Friedrich Philipp Von Martius, em 1824. Mesmo após as tentativas de universalização terminológica, realizadas por meio dos trabalhos de fitogeografia brasileira, Classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical (VELOSO e GÓES-FILHO, 1982); Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal (VELOSO *et al.*, 1991) e o Manual técnico da vegetação brasileira (IBGE, 1992), o consenso no tema ainda não foi alcançado em sua totalidade (IBGE, 2012).

Atualmente, a certo consenso quanto ao uso da terminologia publicada no Manual Técnico da Vegetação Brasileira, publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em sua 2ª edição no ano de 2012.

O Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG) publicou em 2009 o mapa da vegetação do estado do Paraná, baseado no mapa publicado por Maack em 1950 (FIGURA 1.3); este mapa é aceito também como referência no presente trabalho, por retratar com um maior detalhamento a classificação da vegetação do estado do Paraná baseada nas faixas de altitude adotadas por IBGE (1992; 2012).

Segundo ITCG (2009) são observadas duas formações de vegetação florestal com ocorrência no terceiro planalto paranaense: a Floresta Ombrófila Mista (FOM) (Floresta com Araucária) e a Floresta Estacional Semidecidual (FES) (Floresta Tropical Subcaducifólia).

A Floresta Ombrófila Mista é dominada por gêneros primitivos como *Drymis* e *Araucaria* (australásicos) e *Podocarpus* (afro-asiático), sugerindo, em face da altitude e da latitude do Planalto Meridional, uma ocupação recente, a partir de Refúgios Alto Montanos (IBGE, 2012). Klein (1978) cita sobre a FOM, que sua principal característica é a presença da *Araucaria angustifolia*, além de outras espécies associadas, destacando-se *Ocotea porosa*, *Ilex paraguariensis*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Cedrela fissilis* e *Dicksonia sellowiana*. Essa vegetação é bastante representativa no oeste paranaense, ocorrendo três subclasses de formação: Altomontana, Montana e Submontana (ITCG, 2009).

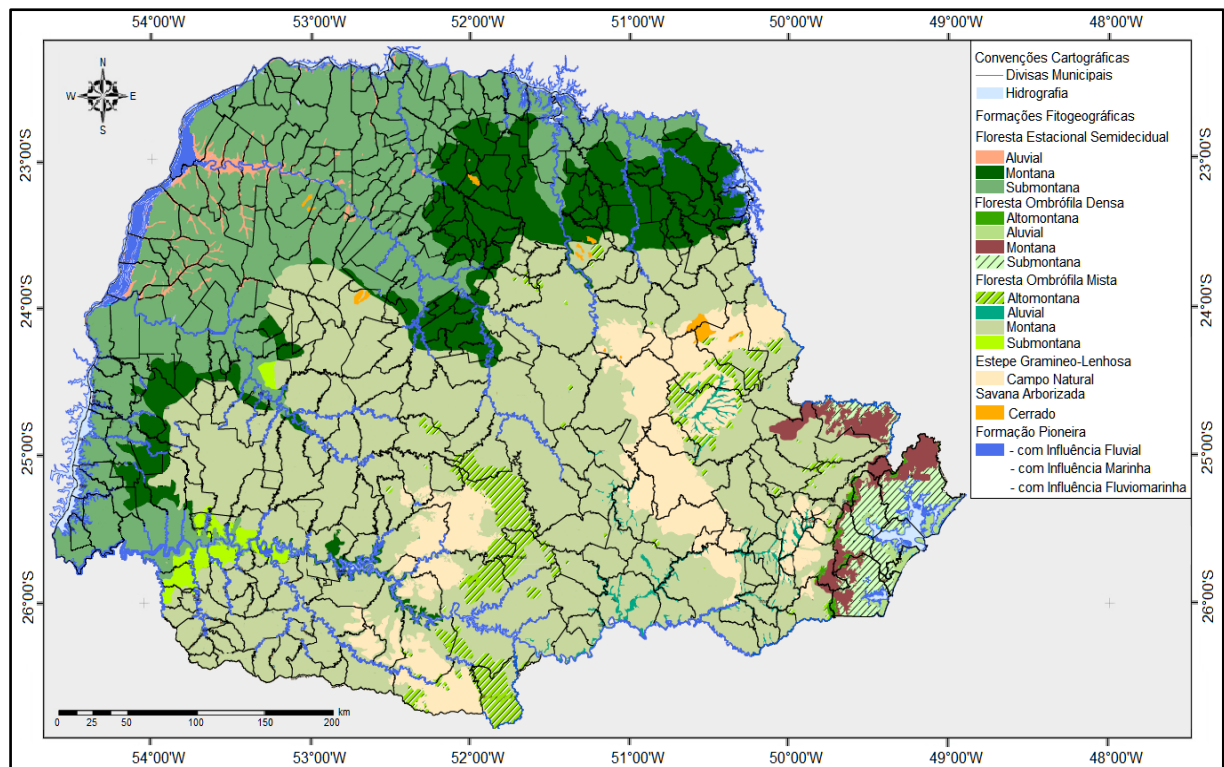


FIGURA 1.3 - FITOGEOGRAFIA DO ESTADO DO PARANÁ. FONTE: ADAPTADO DE ITCG (2009).

Segundo a interpretação do mapa publicado pelo ITCG em 2009, a formação Altomontana ocorre exclusivamente na Serra Geral, onde a altitude é superior a 1.000 m, desde o oeste até o sul do estado; a formação Montana cobre grande faixa do terceiro planalto, ocorre em trechos da Serra Geral no Norte do Estado e mais abrangente nas regiões oeste e sul, com altitudes entre 400 e 1.000 m. A formação Submontana ocorre em uma pequena porção no sudoeste do estado, constitui disjunções inferiores a 400 m de altitude, associadas aos LATOSSOLOS de baixa fertilidade (EMBRAPA, 2007).

Embora a FOM seja bastante abrangente no oeste Paranaense, este é, em sua maioria, recoberto pela FES (ITCG, 2009). O conceito ecológico da FES, segundo IBGE (2012), é estabelecido em função da ocorrência de clima estacional que determina a queda parcial da folhagem da cobertura florestal. Na zona tropical, associa-se à região marcada por acentuada seca hiberna e por intensas chuvas de verão; na zona subtropical, correlaciona-se a clima sem período seco, porém com inverno bastante frio (temperaturas médias mensais inferiores a 15° C), que determina repouso fisiológico e queda parcial da folhagem.

A FES é constituída por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catafilos ou pelos) e cujas folhas adultas são esclerofilas ou membranáceas decíduas. A porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal, e não das espécies que perdem as folhas individualmente, situa-se, ordinariamente, entre 20% e 50% (IBGE, 2012). Em relação à diversidade arbórea, Ramos *et al.* (2008) citaram para a Estação Ecológica do Caetetus, estado de São Paulo, cerca de 238 espécies, Gasper *et al.* (2013), por sua vez, identificaram nas florestas estacionais decíduas de Santa Catarina 204 espécies.

No estado do Paraná ocorrem três subclasses de formação da FES (ITCG, 2009): a formação Aluvial, restrita nas várzeas do rio Paraná e dos seus afluentes, na porção Noroeste do Estado; a formação Montana, subordinada a Serra da Esperança, na porção Norte e, nas faixas entre a FOM Montana e a FES Submontana, na região Oeste. Finalmente, tem-se a formação Submontana, que é o subgrupo mais representativo da vegetação do oeste paranaense e esta distribuída ao longo de toda a bacia hidrográfica dos rios Paranapanema e Paraná, estendendo-se desde o nordeste até o extremo oeste, no município de Foz do Iguaçu.

1.1.2.3 Estudos da Vegetação Arbórea

Os estudos que objetivam a caracterização do ambiente florestal, mais ou menos alterados, necessitam da descrição local, florística e mensuração das árvores das diferentes espécies. As interpretações e inferências sobre a diversidade de um ambiente são então concluídas mediante o processamento dos dados e extração dos resultados, servindo como base para o manejo e preservação de espécies florestais, bem como, a conservação dos recursos naturais (RODE *et al.*, 2011).

No estado do Paraná, estudos da vegetação têm sido desenvolvidos há várias décadas. Reinhard Maack em 1968 foi um dos pioneiros e sua obra “Geografia física do estado do Paraná”. É uma referência utilizada até hoje por pesquisadores da área. Segundo Isernhagen (2001), haviam sido registradas 162 referências sobre trabalhos florísticos e fitossociológicos das formações vegetais no Paraná até o ano de 2001.

Dentre o total das referências, 40 eram em FOM e, destas, apenas quatro trabalhos no terceiro planalto paranaense. Atualmente outros trabalhos têm sido observados para FOM nesta região, como é o caso de Watzlawick *et al.* (2005), Cordeiro e Rodrigues (2007); Valério *et al.* (2008), Silvestre (2012) e Mognon *et al.* (2013).

A respeito da FES, Isernhagen (2001) descreveu a ocorrência de 38 referências até o ano de 2001, das quais, 10 foram realizadas na região do terceiro planalto paranaense; destaca-se que do total, apenas dois retrataram de forma técnico-científica a composição florestal encontrada, são eles: Goetzke (1990) e Borgo (1999); os demais registros apresentam informações superficiais a respeito da vegetação.

Ainda na região Norte do Estado foram identificados outros trabalhos técnico-científicos, como é o caso de Carmo (1995), Silva e Soares-Silva (2000) e Bianchini *et al.* (2003). Na região Noroeste pode ser verificado o trabalho de Costa Filho *et al.* (2006) e Del Quiqui *et al.* (2007) e, na região oeste, próximo ao PNI, relaciona-se o trabalho de Gris (2012).

1.1.3A Sucessão e os Grupos Ecológicos

Ao longo do tempo, a sucessão ecológica envolve mudanças na repartição da energia, na estrutura das espécies e nos processos da comunidade. Quando não é interrompida por forças externas, a sucessão é razoavelmente direcional e, portanto, previsível (ODUM e BARRETT, 2007). Estes autores ainda definem que em uma sucessão ecológica, o estágio seral inicial é denominado estágio pioneiro e é caracterizado por espécies sucessionais iniciais de plantas pioneiras, as quais apresentam altas taxas de crescimento, tamanho pequeno, tempo de vida curto e produção de um grande número de sementes de fácil dispersão. No estágio terminal

ou de maturidade, o sistema que se estabelece é o clímax, o qual persiste, em teoria, até que seja afetado por grandes perturbações.

Para compreender a sucessão ecológica, Paula *et al.* (2004) citaram que essencialmente, se faz necessária a classificação das espécies em grupos ecológicos. Neste sentido, Budowski (1965) descreveram que as espécies Pioneiras são encontradas em áreas com condições climáticas e edáficas muito diferentes, o que lhes propicia ampla distribuição geográfica. Em florestas fechadas não perturbadas ou em estágios sucessionais mais avançados, a regeneração dessas espécies está condicionada ao surgimento de clareiras.

Diferente das pioneiras, espécies Clímax Tolerantes à Sombra podem germinar e desenvolver-se sob a sombra da floresta. Apresentam em geral sementes grandes e pesadas, com dispersão zoocórica, germinação rápida e baixa longevidade no solo. Devido a essa característica, tendem a formar um banco de plântulas após a dispersão e germinação (SWAINE e WITHMORE, 1988).

Ainda Swaine e Withmore (1988) distribuem as espécies clímax em uma escala dependente da intensidade luminosa exigida pelas plântulas para crescer e destacar-se do banco de plântulas. Essa escala se estende entre dois extremos: as espécies Clímax Exigentes de Luz e as espécies Clímax Tolerantes à Sombra.

Espécies Clímax Exigentes em Luz são as que apresentam algumas semelhanças com as pioneiras, como o rápido crescimento e madeira de baixa densidade. No entanto, as Pioneiras, apresentam ciclo mais curto, diásporos pequenos e produzidos em grande intensidade a cada ano. Swaine e Hall¹ (1983) consideraram que as características deste grupo se aproximam bastante das espécies denominadas Pioneiras Longevas, que requerem clareiras para germinação e estabelecimento e, persistem até formar o dossel da floresta madura (SCHORN, 2005).

As espécies que necessitam um nível mínimo de radiação fotossinteticamente ativa para a sobrevivência de plântulas são denominadas Clímax Tolerantes à Sombra. As espécies desse grupo não apresentam capacidade de aumentar significativamente seu crescimento com a abertura do dossel; seu aparato fotossintético satura-se em níveis relativamente baixos de luminosidade e

¹ SWAINE, M. D.; HALL, J. B. Early Succession on Cleared Forest Land in Ghana. **Journal of Ecology**, v. 71, p. 601-627, 1983.

apresentam crescimento mais lento, com madeira de maior densidade (SWAINE e WHITMORE, 1988).

1.1.4 Métodos de Análise da Vegetação

1.1.4.1 Análise Multivariada

Buscando explicar padrões complexos da vegetação, a distribuição das espécies e sua relação com os fatores abióticos do ambiente, foram adaptadas análises multivariadas ao estudo da vegetação (TER BRAAK, 1986; 1987). No Brasil, os primeiros trabalhos sobre o assunto foram realizados por Oliveira-Filho (1994); Oliveira-Filho *et al.* (1994a; 1994b; 1994c).

Atualmente esta metodologia é amplamente difundida nos estudos ecológicos, como pode ser observado nos trabalhos de Martins *et al.* (2003); Budke *et al.* (2007); Silva *et al.* (2009); Cordeiro (2010); Felfili *et al.* (2011); Floss (2011); Silva (2013); Marcuzzo *et al.* (2013). A utilização destes métodos em estudos ecológicos é, na maioria das vezes, motivada pelo desejo de avaliar e descrever semelhanças estruturais.

Quando testes multivariados são aplicados ao estudo da vegetação, seu efetivo funcionamento é tão evidente que, resultados significativos podem ser alcançados (GREEN², 1980 *apud* Silva, 2013). Henderson e Velleman³ (1981), também citados por Silva (2013), afirmaram que não é mais possível obter um entendimento completo sobre ecologia sem algum conhecimento de análise multivariada, e que, o desconhecimento dos métodos multivariados pode inibir o avanço da ciência.

Uma análise multivariada muito utilizada na classificação da vegetação é denominada *Two Way Indicator Species Analysis* “*TWINSPAN*”. Trata-se do refinamento progressivo de um único eixo e parte do princípio de que para cada grupo de parcelas existe um grupo correspondente de espécies, chamadas indicadoras. Essas espécies são as que ocorrem com maior peso que as demais em um dos lados da divisão, positivo ou negativo. Espécies preferenciais são as que

² GREEN, R. H. Multivariate approaches in ecology: the assessment of ecologic similarity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p. 1-14, 1980.

³ HENDERSON, H. V.; P. F. Velleman. Building multiple regression models interactively. **Biometrics**, v. 37, n. 2, p. 391-411, 1981.

apresentam duas vezes mais chances de ocorrer em um lado da divisão que do outro (FELFILI *et al.*, 2011).

Kent e Coker (1992) argumentaram que para considerar significativa uma divisão, o valor obtido no cálculo deverá ser maior que 0,30. Quando ocorrerem divisões com autovalor inferior a 0,30, os dados serão homogêneos e as divisões da classificação não apresentarão significado ecológico, ou seja, as parcelas pertencem a um mesmo grupo.

Na ordenação da vegetação, a análise multivariada tem o objetivo de reduzir a alta dimensionalidade das medidas da vegetação, permitindo, assim, uma melhor interpretação do universo estudado com a menor perda possível de informação (MCGARIGAL⁴ *et al.*, 2000 *apud* FLOSS, 2011). Um bom método de ordenação é aquele que, além de reduzir a alta dimensionalidade dos dados, também revela fatores ecológicos. Entre os métodos indiretos de ordenação estão a Análise de Correspondência Retificada (DCA) e a Análise de Espécies Indicadoras (ISA). Para análises diretas, utiliza-se a Análise de Correspondência Canônica (CCA).

A DCA utiliza dados de abundância das espécies de cada amostra, recolocando-os ao longo dos eixos de ordenação. Assim a importância de cada eixo é descrita pelos “eigenvalues”, ou autovalores, que representam o total de variação dos dados resultante da contribuição relativa de cada componente (variável). Para cada componente há um autovetor que corresponde à projeção ortogonal do vetor correspondente à variável sobre o eixo de ordenação, fornecendo a importância deste componente para a explicação da variância dos dados sintetizada pelo eixo (KENT e COKER, 1992).

Na análise direta por meio da CCA, as matrizes de dados ambientais e de abundância das espécies são analisadas em conjunto, o que expressa uma vantagem em relação às análises indiretas (FELFILI *et al.*, 2011). Na CCA, a aplicação do teste de permutação de Monte Carlo para avaliar a significância das correlações entre as matrizes de dados é também utilizada com frequência, o que acrescenta confiabilidade à análise (HOPE⁵, 1986 *apud* SCOLFORO e OLIVEIRA, 2005).

⁴ MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.; STAFFORD, S. **Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research**. New York: Springer Science and Business Media, 2000. 283 p.

⁵ HOPE, A. C. A. A Simplified Monte Carlo Significance Test Procedure. **Journal of the Royal Statistical Society Series B**, v. 30, n. 3, p. 582-598, 1986.

1.1.4.2 Índice de Similaridade, Diversidade e Equabilidade

Os índices de similaridade e diversidade são itens frequentemente abordados por ecologistas. Magurran (2011) descreve que as medidas de diversidade resultantes de índices podem servir como indicadores da vegetação, funcionando como ferramenta para o manejo ambiental.

Os índices de similaridade são o ponto de partida da composição de comunidades não perturbadas (RODE *et al.*, 2011). Um índice de similaridade amplamente utilizado é o de Jaccard (J'), o qual, leva em conta a relação existente entre o número de espécies comuns e o número total de espécies encontradas quando se comparam duas amostras (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). Este índice varia de (0) a (1), quanto mais próximo de (1), maior a similaridade florística. O cálculo do Índice de Similaridade de Jaccard é realizado por meio da equação (1).

$$J' = \frac{A}{A+B+C} \quad (1)$$

Em que, J' = índice de similaridade de Jaccard; A = número de espécies presentes em ambos os locais (B e C); B = número de espécies presentes no local B; C = número de espécies presentes no local C.

As expressões para calcular um valor quantitativo da diversidade podem se aplicar a qualquer censo razoavelmente completo que se refiram às espécies que coexistem em um ecossistema (MARGALEF, 1989). Apesar de não ser a medida mais consistente, o Índice de Shannon (H') é uma das mais duradouras de todas as medidas de diversidade. Este índice abrange dois diferentes conceitos: riqueza e uniformidade. Riqueza refere-se ao número de espécies presentes na flora e ou na fauna de uma área. Uniformidade se refere ao grau de abundância de cada espécie em uma área (MAGURRAN, 2011).

O cálculo deste índice é em função das densidades absolutas de cada espécie e da total, por isso quanto maior o número de espécies maior será a diversidade, como pode ser observado na equação (2).

$$H' = -\sum (p_i \ln p_i) \quad (2)$$

Em que, p_i é a proporção de árvores encontradas da “ i -ésima” espécie, ou seja, o número de árvores de cada espécie sobre o número total de árvores de cada amostra.

A Equabilidade (E') foi desenvolvida por Pielou (1969; 1975). Este índice expressa a razão entre a diversidade observada e a diversidade máxima e, indica se as diferentes espécies possuem densidades semelhantes ou divergentes. No cálculo, quanto mais próximo de um, mais homogêneas são as densidades das espécies. O cálculo da equabilidade pode ser realizado pela equação (3).

$$E' = \frac{H'}{\ln S} \quad (3)$$

Em que, H' = Índice de Diversidade de Shannon; $\ln S$ = logaritmo neperiano do número total de espécies.

1.1.4.3 Parâmetros Fitossociológicos

a) Estrutura horizontal

Vários foram os trabalhos abordando os parâmetros fitossociológicos: Braun-Blanquet (1979); Longui (1980; 1997); Galvão *et al.* (1989); Cordeiro (2010); Floss (2011); Silva (2013). O uso dos parâmetros fitossociológicos é amplamente difundido no meio florestal e pode-se afirmar que existe um consenso em se tratando da metodologia para obtenção de cada parâmetro, os quais estão descritos em Mueller-Dombois e Ellenberg (1974).

A densidade refere-se ao número de árvores de uma determinada área. O estimador da densidade é descrito na equação (4).

$$DR_i = \frac{\sum n_i}{\sum N_i} \quad (4)$$

Em que, DR_i = Densidade relativa de cada espécie; $\sum n_i$ = Somatório das árvores de cada espécie por hectare; $\sum N_i$ = Somatório das árvores de todas as espécies por hectare.

A dominância representa o grau de ocupação das espécies. Define-se pelo somatório de todas as projeções horizontais da vegetação sobre o solo. Para a obtenção da dominância calcula-se a soma das áreas transversais individuais, como pode ser observado na equação (5).

$$DoR_i = \frac{\sum g_i}{\sum G_i} \quad (5)$$

Em que, DoR_i = Dominância relativa de cada espécie; $\sum g_i$ = Dominância absoluta de cada espécie por hectare ($m^2.ha^{-1}$); $\sum G_i$ = Somatório da dominância absoluta de todas as espécies por hectare ($m^2.ha^{-1}$).

A frequência expressa a ocorrência das espécies nas parcelas. A frequência relativa é a relação, expressa em porcentagem, entre a frequência absoluta de cada espécie e a frequência absoluta total (soma das frequências absolutas de todas as espécies) por unidade de área. Pode ser obtida a partir da Equação (6).

$$FR_i = \frac{f_i}{\sum f_i} \quad (6)$$

Em que, FR_i = Frequência relativa de cada espécie; f_i = Frequência absoluta de cada espécie (%), calculada pela equação (7); $\sum f_i$ = Soma das frequências absolutas de todas as espécies (%).

$$f_i = \frac{\text{número de parcelas com ocorrência da } i \text{ espécie}}{\text{Número total de parcelas}} \times 100 \quad (7)$$

O valor de importância é obtido efetuando-se a soma dos valores relativos da densidade, dominância e frequência. Este valor revela a importância ecológica relativa de cada espécie em cada amostra, melhor que qualquer de seus componentes. O valor máximo do valor de importância é 300%.

Förster⁶ (1973), citado por Longhi (1980), apresentou uma discussão sobre o valor de importância. Em seu trabalho o autor concluiu que a frequência relativa, que entra no cálculo do valor de importância, tem uma influência mínima na hierarquia

⁶ FÖRSTER, M. Strukturanalyse Aines Tropischen Regenwalds in Kolumbien. **Allg. Forst.-u.J.-Stg.**, Wien, v. 144, n. 1, p. 1-8, 1973.

das espécies em uma comunidade quando as espécies estão uniformemente distribuídas, sendo que, só terá influência quando algumas espécies aparecerem agrupadas. Por esta razão, é aconselhado o uso da cobertura (densidade + dominância relativas) para caracterizar as espécies. O mesmo autor afirma ainda que a importância de uma espécie caracteriza-se pelo número de árvores e suas dimensões, que determinam seu espaço dentro da biocenose florestal, não importando se as árvores apareçam isoladas ou em grupos. Desta forma, o calculado do valor de cobertura é dado pela equação (8) e pode chegar a, no máximo, 200%.

$$VC=DR_i+DoR_i \quad (8)$$

Também como parâmetro da estrutura horizontal, tem-se a distribuição diamétrica. Segundo Scolforo (1998), em florestas nativas que não tem idade definida, a distribuição diamétrica é importante, pois mostra a amplitude dos diâmetros, onde acontece maior concentração do número de árvores. Serve para distinguir diferentes tipos florestais, possibilita quando aliada a informações de crescimento periódico do diâmetro ou quando associada a mudança de árvores de uma classe diamétrica para outra, a elaboração de tabelas de produção que consideram a dinâmica da população florestal. Fornece ainda base para identificar a intensidade da regeneração natural em nível de espécie e da floresta como um todo, sendo também uma importante medida de estoque.

b) Estrutura Vertical

Finol⁷ (1971), citado por Longhi (1980), descreve que a utilização de parâmetros da estrutura horizontal não permite uma caracterização verdadeira da ordem de importância ecológica das espécies; o autor relata ainda que a estrutura vertical da vegetação é composta por estrato inferior (sub-bosque), intermediário (imediatamente abaixo do dossel) e superior (dossel) e, o cálculo da posição

⁷ FINOL, U. H. Nuevos Parámetros a Considerarse em el Análisis Estructural de las Selvas Virgenes Tropicales. **Rev. For. Venez.**, vol. 14, n. 21, p.29-42, 1971.

sociológica relativa das árvores pode ser feito da mesma forma que a dominância e densidade relativas.

Ivanauskas *et al.* (1999), Zacarias *et al.* (2012) e Negrelle (2013) utilizaram-se da estrutura vertical para melhor explicar a fitossociologia das espécies dentro de comunidades; a descrição e ocorrência das espécies foi feita por estrato vertical, no entanto, sem o cálculo da posição sociológica, proposta por Finol (1971). Scolforo e Oliveira (2005) e Oliveira e Amaral (2005), por sua vez, efetuaram o estudo da estrutura vertical por meio da distribuição de alturas mensuradas em campo para cada árvore.

c) Estrutura Interna

A Estrutura Interna não é incorporada na grande maioria dos trabalhos fitossociológicos. Este parâmetro relaciona-se às seguintes variáveis: luminosidade, desenvolvimento de copa e a fitossanidade, as quais são definidas em campo para cada árvore de forma qualitativa. São consideradas de grande valia no estudo da dinâmica das florestas e também muito utilizadas como limitante à seleção de espécies para utilização comercial (SILVA e LOPES, 1984). Alguns trabalhos que trataram destas variáveis foram Longhi (1980); Silva e Lopes (1984); Silva *et al.* (2005) e Stepka (2008).

1.1.4.4 Dinâmica Florestal

A dinâmica de uma floresta envolve os processos de crescimento, ingresso e mortalidade. Estes processos indicam as alterações demográficas da população, os possíveis fatores e as implicações para a comunidade florestal, bem como, as possíveis práticas de manejo a serem realizadas na floresta em foco (VANCLAY, 1994). Clark e Clark (1999) destacaram também que o conhecimento dos processos que modificam a vegetação permite estimativas do seu desenvolvimento, bem como, possibilita a definição das melhores técnicas a serem adotadas para a conservação e manejo de suas espécies.

Husch *et al.* (1982) descreveram que o crescimento das árvores em diâmetro, altura e volume, é influenciado pelas características da espécie e sua interação com o ambiente. Da mesma forma, a mortalidade está diretamente

associada aos fatores do ambiente e o seu próprio ciclo de vida (SANQUETTA, 1996). O ingresso, no entanto, é uma variável criada para satisfazer o processo de mensuração da dinâmica da vegetação (SCOLFORO *et al.*, 1998).

No Brasil, estudos que envolvem a dinâmica da vegetação estacional são desenvolvidos a vários anos, no entanto, estão concentrados nas regiões Sudeste e Central do Brasil (FELFILI, 1995; SANTOS *et al.*, 1996; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1997; CHAGAS *et al.*, 2001; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2007; SCOLFORO *et al.*, 2008; HIGUCHI *et al.*, 2008; CARVALHO e FELFILI, 2011).

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 O Parque Nacional do Iguaçu

1.2.1.1 História

A área que atualmente constitui o Parque Nacional do Iguaçu foi cenário de missões jesuíticas que tinham por objetivo a catequese dos Tupi-guaranis, bem como, das bandeiras, ao buscar o reconhecimento e a penetração no interior do Paraná. As incursões dos bandeirantes paulistas, por fim, expulsaram os jesuítas espanhóis fazendo com que toda a região permanecesse sob domínio de Portugal (FERREIRA, 1999).

Em abril de 1916 Santos Dumont, ao visitar as Cataratas, manifestou que aquelas terras, 1.008 ha na margem direita do rio Iguaçu, não deveriam estar sob domínio de um particular. Três meses depois, a desapropriação das terras que deram origem ao Parque iniciou-se pelo Decreto Nº. 653, de 28 de julho de 1916 (FERREIRA, 1999).

Em 20 de outubro de 1930, pelo Decreto nº. 2.153, o estado do Paraná ampliou a área já desapropriada em 1916, e ainda por meio do referido Decreto o estado do Paraná deu aquelas terras ao Governo Federal, que então, pelo Decreto nº 1.035, de 10 de janeiro de 1939, criou o Parque Nacional do Iguaçu, junto às Cataratas do Iguaçu (FERREIRA, 1999).

No dia 22 de dezembro de 1978 o último dos colonos passível de desapropriação desocupou a área do Parque. O Decreto nº. 84.653, de 23 de abril de 1980, declarou de utilidade pública a área das empresas rurais inseridas nos

limites do PNI, tendo autorizado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) a promover as desapropriações das referidas áreas na forma da legislação vigente, as quais foram, então, efetivadas (FERREIRA, 1999).

Pelo Decreto Nº. 86.876, de um de dezembro de 1981, foram estabelecidos os limites atuais, incluindo o leito do rio Iguaçu e as ilhas ali existentes, bem como excluindo uma área de cerca de 1.400 ha, no extremo norte do Parque, onde se instalou a Cidade de Santa Tereza do Oeste.

O PNI divide o título de Patrimônio Mundial com o Parque Nacional del Iguazú desde 1986, localizado na outra margem do rio, na Argentina. Em conjunto, os dois parques abrigam a totalidade das quedas d'água e formam uma das maiores áreas de floresta subtropical preservadas no mundo, cobrindo 225.000 ha, dos quais 75% estão em território brasileiro (UNESCO, 2002). No Brasil, a área do Parque é de 185.262,50 ha, o que o coloca como o maior Parque Nacional extra-amazônico.

1.2.1.2 Plano de Manejo

Arnaldo Carlos Muller (1978) publicou seu trabalho de mestrado no curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFPR intitulado: Proposição de Manejo para o Parque Nacional do Iguaçu. Na época, este autor exercia o cargo de Diretor de Divisão de Parques Nacionais e Recursos Naturais Renováveis e foi um dos responsáveis pela elaboração do Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu, publicado no ano de 1981 pelo IBDF.

O Plano de Manejo de 1981 previa a necessidade de atualização num prazo de cinco anos, mas somente em 1994 foi submetido a uma avaliação, com o Plano de Ação Emergencial. O novo estudo constatou que menos de 30% das ações previstas haviam sido implementadas (RNPC e RVIA, 2002).

No ano de 1998, foi realizada a Avaliação Ecológica Rápida (AER) do Parque, durante a qual, a pesquisadora Sílvia Renate Ziller caracterizou, por meio de pontos de observação distribuídos ao longo do Parque, os diferentes estágios de desenvolvimento da vegetação. Como resultado deste trabalho, foi apresentado um mosaico, indicando as regiões de maior incidência da ação antrópica, bem como descreve o Plano de Manejo publicado em 1999:

“Apesar da condição de isolamento à que as regiões interiores do Parque foram submetidas, pela ampliação da fiscalização e controle dos órgãos públicos, a vegetação do Parque constitui-se num mosaico de ambientes em diferentes estágios de desenvolvimento e apresenta alguma fragmentação de ecossistemas. Mesmo assim, a ocorrência de espécies vegetais mais exigentes atesta a qualidade ambiental do conjunto” (FERREIRA, 1999).

O novo Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu foi publicado no ano de 1999, resultado de levantamentos que contemplaram a fauna, a flora, os recursos hídricos, a geologia, a geografia, o turismo, o desenvolvimento regional, as obras de infraestrutura e os programas ambientais. Neste plano de manejo foram estabelecidas metas e recomendadas algumas ações prevendo a utilização e preservação da Unidade de Conservação.

Neste sentido, alguns esforços foram realizados buscando atingir os objetivos estabelecidos. Moreira (2008) destacou em seu trabalho o esforço que as autoridades responsáveis pelo Parque realizaram visando à melhoria da estrutura física, ampliando as possibilidades de uso público e educação ambiental da população litorânea e seus visitantes.

Apesar destes avanços, sob muitos aspectos, o Parque ainda apresenta problemas no que se refere à execução das metas estabelecidas no plano de manejo, dentre os quais estão: (I) propiciar atividades de monitoramento ambiental; (II) propiciar a manutenção dos recursos hídricos da região; (III) contribuir com o planejamento e o ordenamento do uso e da ocupação do solo das áreas adjacentes ao Parque e; (IV) estimular o desenvolvimento regional integrado, com base nas práticas de conservação.

1.2.1.3 Localização

O PNI está localizado no oeste do estado do Paraná (FIGURA 1.4), tendo uma área total de 185.262,50 ha, com perímetro de 400 km. O PNI está inserido nos municípios de Céu Azul (49,56%), Foz do Iguaçu (7,48%), Matelândia (19,87%), São Miguel do Iguaçu (11,73%) e Serranópolis do Iguaçu (16,92%); margeiam, ainda o PNI: Capanema, Capitão Leônidas Marques, Lindoeste, Santa Lúcia, Santa Tereza do Oeste e Santa Terezinha de Itaipu (FERREIRA, 1999).

Ao norte, o PNI é limitado pela rodovia BR-277, o limite leste é o rio Gonçalves Dias. O limite sul é o rio Iguaçu e o limite oeste é definido pelo rio São

João e a estrada velha de Guarapuava, entre as cidades de Foz do Iguaçu e Céu Azul (FERREIRA, 1999).

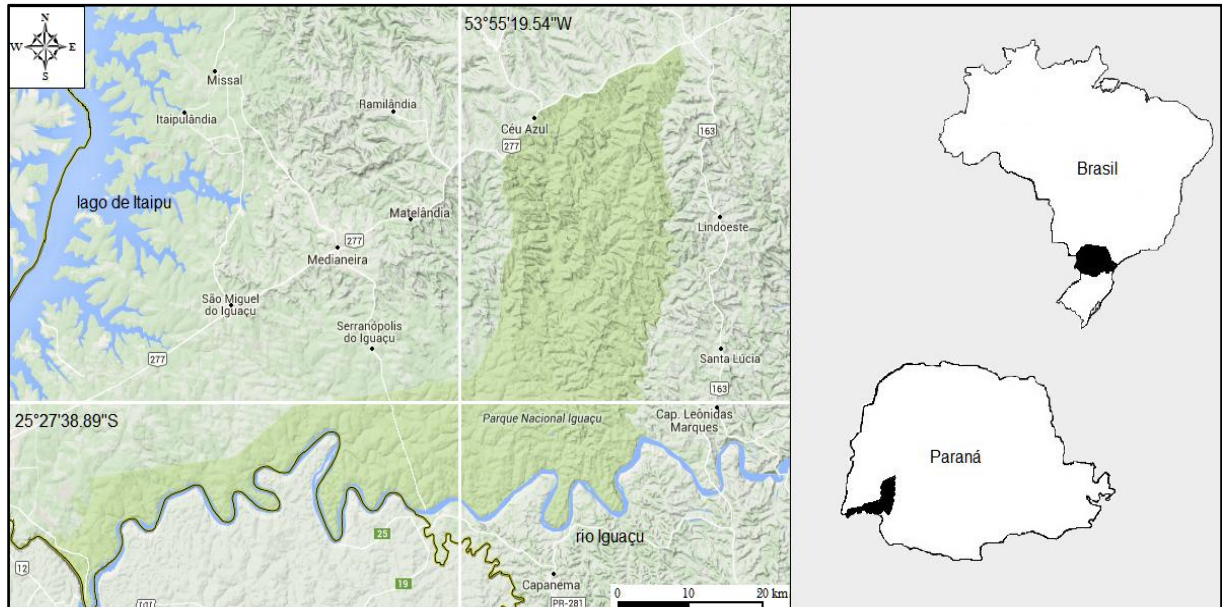


FIGURA 1.4 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU. FONTE: ADAPTADO DE <http://mapas.mma.gov.br/i3geo>.

As coordenadas geográficas, dos pontos extremos, extraídas das folhas topográficas do DSG (Diretoria do Serviço Geográfico do Exército), na escala 1:50.000, são as seguintes: ao norte latitude 25°03'07" S e longitude 53°37'57" W, na parte leste latitude 25°04'53" S e longitude 53°37'21" W, ao sul latitude 25°41'42" S e longitude 54°25'48" W e, no extremo oeste, latitude 25°37'38" S e longitude 54°28'52" W (RICOBOM, 2001).

1.2.1.4 Clima

A região geográfica que o PNI ocupa é caracterizada por possuir um clima de transição entre Cfa e Cfb (FERREIRA, 1999), como pode ser observado no mapa publicado pelo ITCG (2008) (FIGURA 1.5). O clima Cfa corresponde ao clima tropical e é caracterizado por estações bem definidas de verão e inverno, sem estação seca definida e verões quentes; o clima Cfb corresponde ao clima temperado, onde as chuvas se encontram distribuídas igualmente ao longo de todo o ano e a temperatura média do mês mais quente não ultrapassa 22°C.

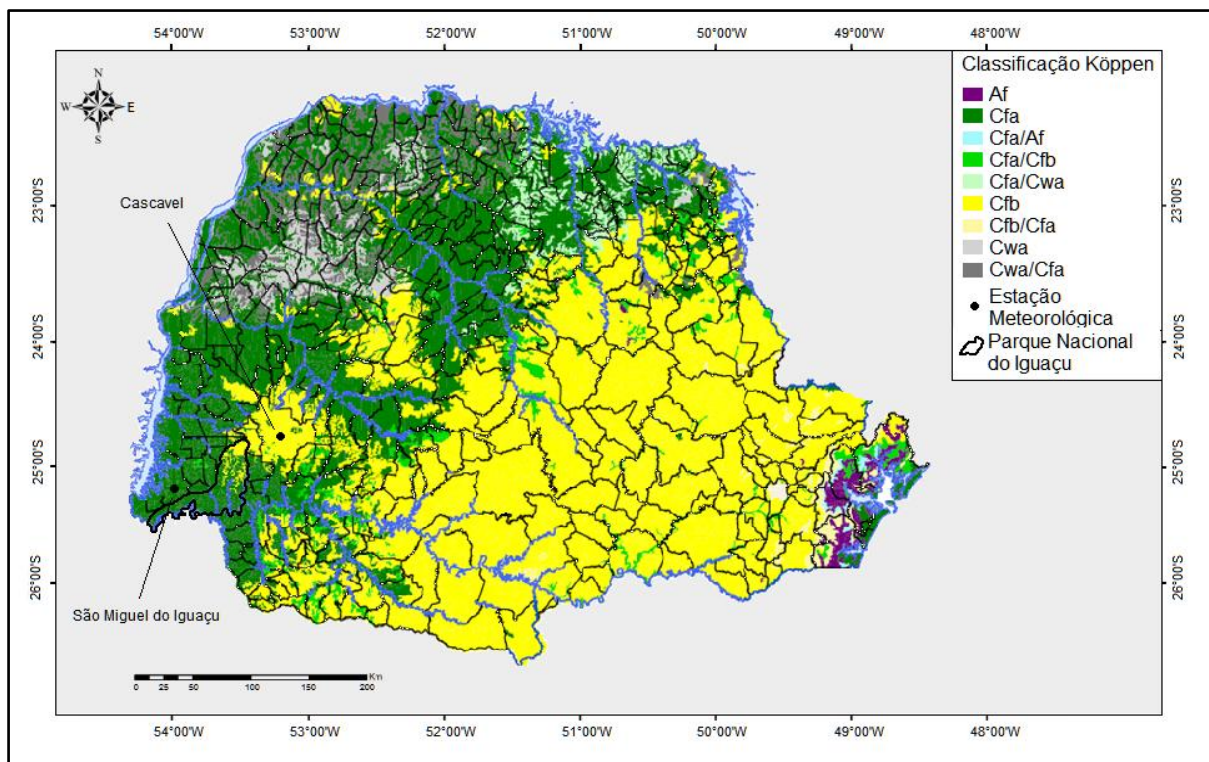


FIGURA 1.5 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO ESTADO DO PARANÁ E ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU. FONTE: ADAPTADO DE ITCG (2008).

Duas estações meteorológicas do IAPAR situadas no entorno do PNI foram identificadas e, por meio destas foram obtidas séries históricas de temperatura e precipitação (TABELA 1.1). O clima na porção Norte foi representado pela estação meteorológica situada no município de Cascavel ($24^{\circ}53' S$ e $53^{\circ}33' W$), situada a 660 m sobre o nível do mar (s.n.m) com temperatura média anual de $19,6^{\circ}C$ e precipitação média anual de 1.971 mm; nesta região foi observada mínima absoluta de temperatura no mês mais frio de $4,20^{\circ}C$ negativos. A porção sul, onde as temperaturas são maiores e há menor recorrência de geadas, foi representada pela estação situada no município de São Miguel do Iguaçu ($25^{\circ}26' S$ e $54^{\circ}22' W$), situada a 260 m s.n.m.; nesta região a temperatura média anual foi de $21,40^{\circ}C$ e a precipitação média anual de 1.831 mm.

TABELA 1.1 - MÉDIAS HISTÓRICAS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO PARA CADA MÊS NAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS PRÓXIMAS AO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.

Mês	Cascavel*					São Miguel do Iguaçu**				
	Temperatura (°C)				Pluviosidade (mm)	Temperatura (°C)				Pluviosidade (mm)
	Máx	Mín	Máx Abs	Mín Abs	Total	Máx	Mín	Máx Abs	Mín Abs	Total
Jan	28,60	19,10	34,40	9,80	188,10	31,80	21,20	38,00	13,30	167,70
Fev	28,30	18,90	34,10	9,20	177,80	31,10	20,60	37,60	10,10	156,10
Mar	28,20	18,20	33,90	6,70	142,10	30,60	19,60	36,60	7,60	135,20
Abr	25,80	15,90	32,20	3,60	167,40	27,60	17,40	34,80	6,00	146,60
Mai	22,40	13,30	31,00	-0,40	190,40	24,20	14,30	32,80	0,70	184,40
Jun	20,40	11,50	28,00	-0,80	131,20	22,10	12,10	30,20	-0,20	148,00
Jul	20,90	11,20	28,90	-4,20	108,70	22,40	11,50	30,80	-1,20	99,70
Ago	22,70	12,50	33,20	-1,90	109,80	24,70	12,70	36,40	-1,20	105,40
Set	24,00	13,50	35,40	0,20	157,70	26,10	14,40	36,40	2,70	150,00
Out	26,30	15,80	34,90	4,00	227,50	28,70	17,10	37,20	5,50	227,60
Nov	27,80	17,10	36,60	7,20	181,90	30,70	18,80	39,70	8,00	147,90
Dez	28,30	18,60	36,40	10,80	188,40	31,50	20,40	39,90	12,20	162,00
Ano	19,60				1.971,00	21,40				1.831,00

* - Período de observação: 1973 -1999; ** - Período de observação: 1983 -1997; Máx - Média máxima; Mín - Média mínima; Máx Abs - Máxima absoluta; Mín Abs - Mínima absoluta. Valores em negrito são as médias anuais de temperatura.

1.2.1.5 Geomorfologia e Solos

O relevo do Parque é subordinado à bacia hidrográfica do rio Iguaçu e apresenta gradiente de altitude que varia de 100 a 750 m à medida que se afasta da calha deste rio. Salamuni *et al.* (2002) diferenciaram o PNI em dois compartimentos geomorfológicos: um compartimento geomorfológico abrange a região Central e Norte, formado por um relevo mais movimentado, localmente escarpado, caracterizando interflúvios mais alongados e entalhados com colinas onduladas a fortemente onduladas. Depressões de tamanhos variados podem em alguns casos originar “lagoas”, apesar de situadas em cotas mais elevadas, tendo sua origem relacionada às estruturas dos derrames. O padrão de drenagem é dendrítico a sub-dendrítico, e localmente sub-retangular.

O segundo compartimento geomorfológico refere-se à porção Sul e é formado por colinas suavemente onduladas a onduladas, com predominância das formas tabulares que, a rigor, são uma constante nos derrames basálticos paranaenses. O padrão de drenagem, de maneira geral, é retangular a sub-retangular, até sub-dendrítico nos detalhes menores.

Na última classificação de solos realizada no Paraná em 2007 pela EMBRAPA, em uma escala de 1:250.000, para a região do PNI foram identificados os seguintes tipos de solos: CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico, GLEISSOLO Háptico, NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico, LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico,

LATOSSOLO VERMELHO Distroférico e NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico, sendo estes últimos os predominantes.

1.2.1.6 Vegetação

Segundo o mapa da vegetação paranaense publicado pelo ITCG (2009) (FIGURA 2.2), o PNI possui três subclasses de formação vegetal em função das diferenças de altitude e variações geomorfológicas locais. A FES, nas suas formações Montana e Submontana, a FOM Montana e a Formação Pioneira com Influência Fluvial.

Ziller (1998) descreveu a vegetação do PNI e caracterizou a FES Montana e Submontana com árvores de grande porte, com alturas do estrato emergente por volta de 30 a 40 m. Segundo a autora, a FES Submontana se encontra distribuída na região sul até altitudes de 400 m e apresentando maior densidade e porte levemente superior à FES Montana. A formação Aluvial foi também identificada pela autora e encontra-se ao longo dos cursos d'água sujeitos a inundações periódicas, onde ocorrem solos com características hidromórficas.

Ao contrário do que foi apresentado por ITCG (2009), Ziller (1998) caracterizou a região Norte do PNI pela ocorrência da FOM Montana e Aluvial, ambas em transição com a FES Montana e identificadas nos ambientes com cotas altimétricas superiores a 500 m. A autora relatou ainda que a predominância da FOM Montana, caracterizada pela ocorrência de *Araucaria angustifolia*, pode ser encontrada na forma de pequenas manchas, já a FOM Aluvial pode ser encontrada ocupando pequenas faixas ao longo dos cursos d'água, apresentando menor porte em função das condições de hidromorfismo do solo.

A formação vegetação da área de estudo é a Formação Pioneira com Influência Fluvial, encontrada mais ao sul do Parque, ao longo do rio Iguaçu e na foz dos seus afluentes, ao redor das depressões que acumulam água, pântanos, banhados e brejos (ZILLER, 1998).

1.2.2 Amostragem

A abordagem na vegetação do PNI foi realizada por meio de parcelas de área fixa, estratificadas em dois níveis. Para amostrar os patamares de altitude, no

primeiro nível, sete grupos de parcelas foram instalados entre 100 e 800 m, desde a região às margens do rio Iguaçu até a região do extremo norte (FIGURA 1.6).

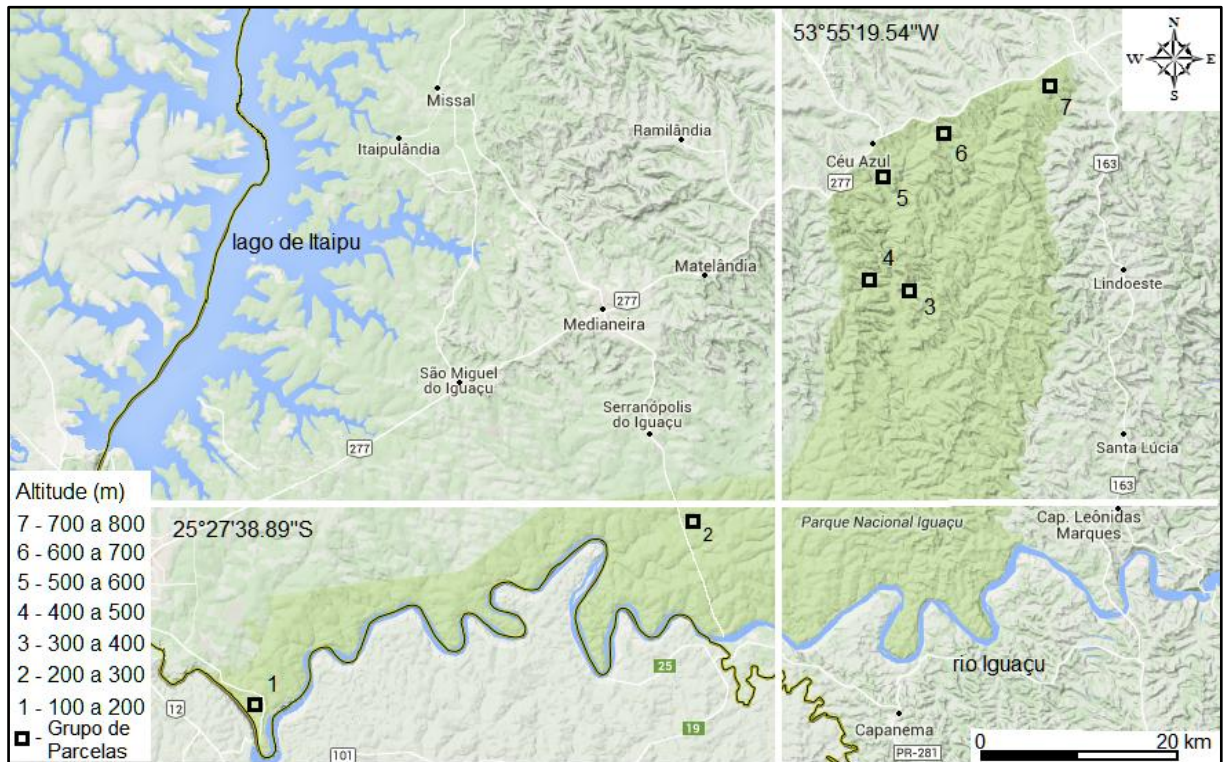


FIGURA 1.6 - LOCALIZAÇÃO DOS GRUPOS DE PARCELAS PERMANENTES INSTALADAS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU. FONTE: ADAPTADO DE <http://mapas.mma.gov.br/i3geo>.

A compartimentação ambiental com base na geomorfologia e nos solos é um quesito fundamental para a melhor compreensão da distribuição das espécies vegetais na paisagem. Essa relação é de extrema importância, pois embasa a estruturação dos ambientes, justificando, muitas vezes, a mudança na composição e na estrutura florística, assim como seu desenvolvimento (CURCIO *et al.*, 2006).

Desta forma, no segundo nível de estratificação, para a amostragem de diferentes compartimentos do relevo, cada grupo foi constituído de três parcelas de 2.000 m² (20 x 100 m), instaladas com distâncias variáveis entre si e dispostas de forma paralela ao leito dos rios, posicionadas ao longo das rampas de drenagem desde sua base até as regiões de platô, próximas aos divisores de água (FIGURA 1.7). No total, a amostragem foi constituída por 21 parcelas permanentes e totalizou 42.000 m² (4,20 ha).

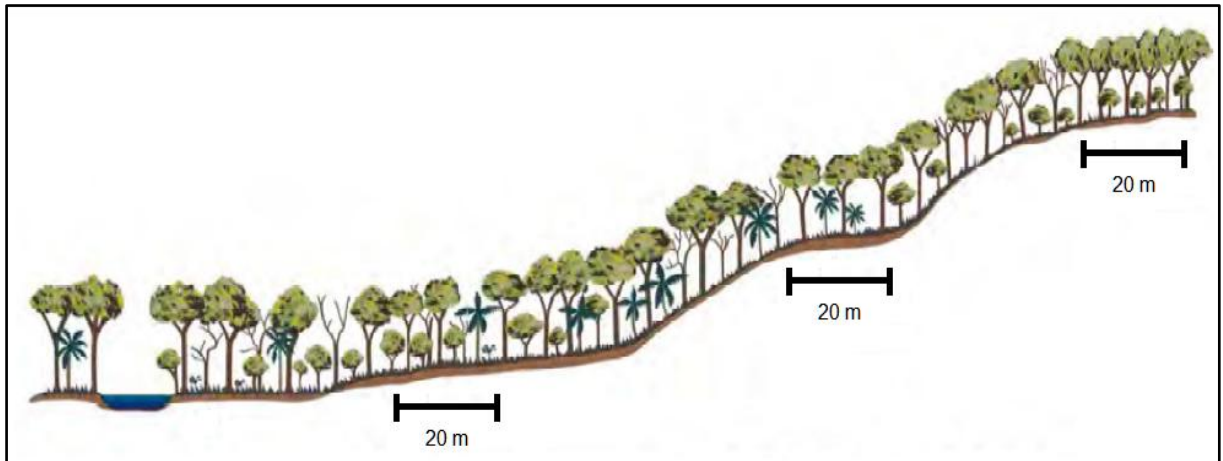


FIGURA 1.7 – ILUSTRAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS NA RAMPA DE DRENAGEM. FONTE: ADAPTADO DE VELOSO *et al.* (1991).

As parcelas foram identificadas com piquetes de PVC instalados na linha central, nas distâncias zero, 50 e 100 m em cada parcela. Foram obtidas as coordenadas geográficas dos piquetes com GPS modelos 60CSX, com precisão no momento de marcação entre três e 10 m. Para facilitar o controle durante o processo de medição e localização de árvores dentro das parcelas, as mesmas foram subdivididas em 10 quadrantes de 200 m² (10 x 20 m), considerou-se a linha central como divisora entre parcelas da esquerda e direita. Na Figura 1.8 pode ser observado o croqui padrão para as parcelas.

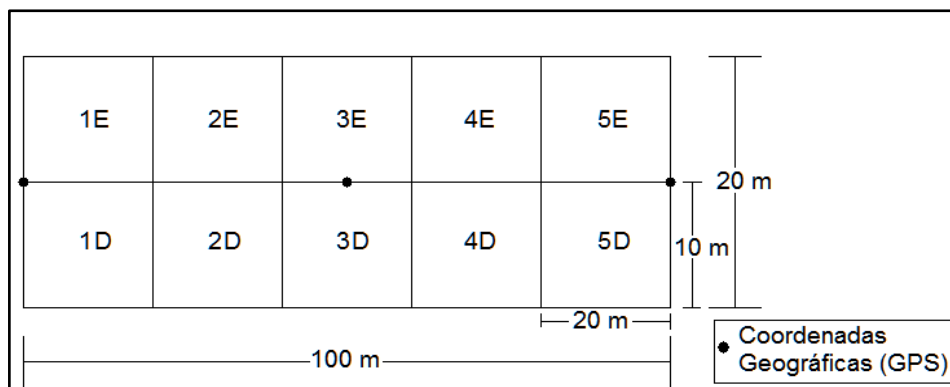


FIGURA 1.8 - CROQUI PADRÃO PARA AS PARCELAS. FONTE: O AUTOR.

1.2.3 Variáveis Dendrométricas

Foi mensurada a circunferência a 1,30 m do solo, com fita métrica, e a altura do ponto de inversão morfológica, com vara graduada, de todas as árvores vivas com circunferência igual ou superior a 15,70 cm (diâmetro igual a cinco centímetros). Para os pontos de inversão morfológica com altura superior a 12,00 m, limite da vara

graduada, a altura foi estimada sem uso de aparelho. As árvores com bifurcação abaixo da altura de 1,30 m do solo tiveram seus fustes mensurados de forma separada. Como critério para remedições futuras foram mensurados os fustes de uma mesma árvore seguindo a ordem decrescente de circunferência.

Para as árvores situadas no limite das parcelas foi utilizado como critério de inclusão a distância entre a linha central e o centro da árvore, em um ângulo de 90°. Foi incluída a árvore com mais de 50% de sua área transversal localizada dentro da parcela. Todas as árvores mensuradas foram identificadas com placas de alumínio fixadas com prego galvanizado entre 20 e 30 cm abaixo da circunferência, localizadas no lado voltado à linha central da parcela.

1.2.4 Identificação de Espécies

Foi efetuada a coleta de material dendrológico de todas as árvores amostradas nas parcelas. Posterior à coleta, o material foi encaminhado para identificação no Museu Botânico de Curitiba e enviado para especialistas quando necessário. A nomenclatura das espécies foi realizada por meio de pesquisa online no Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org). As espécies foram classificadas segundo as famílias botânicas pelo sistema APG III (2009).

1.2.5 Variáveis Ambientais

A classificação dos solos foi realizada em campo até o terceiro nível categórico seguindo os critérios estabelecidos em EMBRAPA (2006). Para isso, foi realizada coleta de perfil do solo no centro de cada parcela até um metro de profundidade com auxílio de trado holandês e, determinadas as características químicas e físicas de uma amostra composta homogeneizada, formada por cinco amostras simples de solo superficial (zero - 20 cm de profundidade) coletadas ao longo da linha central da parcela. No total foram obtidas 21 amostras compostas de 500 g. As amostras foram submetidas para análise no Laboratório de Solos da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Nas análises químicas foram obtidos os seguintes parâmetros: pH, H^+ , Al^+ , Al^{+3} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , P, K^+ e C. As análises físicas resultaram no percentual de areia, silte e argila.

A declividade de cada parcela foi determinada em campo por meio da variação de altitude, obtida com auxílio de GPS, nas diferentes posições das rampas de drenagem. Foram adotadas para a declividade as classes estabelecidas em EMBRAPA (2006): plana (0-3%), suave-ondulada (3-8%), ondulada (8-20%), forte-ondulada (20-45%) e montanhosa (45-75%).

A drenagem do solo em cada parcela foi determinada considerando a velocidade de infiltração da água de acordo com a classe, textura, declividade e posição na rampa de drenagem. Foram estabelecidas cinco classes de drenagem do solo com base em EMBRAPA (2006): muito mal drenado, moderadamente drenado, bem drenado, acentuadamente drenado e fortemente drenado.

A umidade, quantidade de vapor de água no ar, de cada parcela foi determinada levando-se em consideração as observações de campo no entorno de cada uma, bem como, sua posição nas rampas de drenagem e sua distância em relação ao leito dos rios; a orientação geográfica dos vales onde as rampas de drenagem estavam situadas foram também foi considerada. Foram estabelecidas três classes de umidade: alta, intermediária e baixa.

1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, P. **Mapeamento dos Remanescentes Vegetais Arbóreos do Estado do Paraná e Elaboração de um Sistema de Informações Geográficas para Fins de Análise Ambiental do Estado**. 127 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2013.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105–121, 2009.

BIANCHINI, E.; POPOLO, R. S.; DIAS, M. C.; PIMENTA, J. A. Diversidade e Estrutura de Espécies Arbóreas em Área Alagável do Município de Londrina, Sul do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 405-419, 2003.

BIGARELLA, J. J.; LEPREVOST, A.; & BOLSANELLO, A. **Rochas do Brasil**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos; ADEA – Associação de Defesa e Educação Ambiental. 1985.

BORGIO, M. **Caracterização do Componente Arbóreo de um Remanescente de Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Parque Estadual de Vila Rica do Espírito Santo, Fênix – PR**. 51 f. (Monografia) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica. Curitiba. 1999.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia: Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales**. Madrid: H. Blume, 1979.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Relationships Between Tree Component Structure, Topography and Soils of a Riverside Forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, v. 189, p. 187-200, 2007.

BUDOWSKI, G. Distribution of Tropical American Rain Forest Species in the Light of Successional Processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CARMO, M. R. B. **Levantamento Florístico e Fitossociológico do Remanescente Florestal na Fazenda Doralice, Ibiporã – PR, Londrina**. 53 f. Monografia (Bacharelado) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Animal e Vegetal. Londrina, 1995.

CARVALHO, F. A.; FELFILI, J. M. Variações Temporais na Comunidade Arbórea de uma Floresta Decidua sobre Afloramentos Calcários no Brasil Central: Composição, Estrutura e Diversidade Florística. **Acta Botânica Brasilica**, v. 25, n.1, p. 203-214, 2011.

CHAGAS, R. K.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; SCOLFORO, J. R. S. Dinâmica de Populações Arbóreas em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana em Lavras, Minas Gerais. **Árvore**, v. 25, n. 1, p. 39-57, 2001.

CLARK, D. A.; CLARK, D.B; Assessing the Growth of Tropical Rain Forest Trees: Issues for Forest Modeling and Management. **Ecological Applications**, v. 9, p. 981-997, 1999.

CORDEIRO, J. RODRIGUES, W. A. Caracterização Fitossociológica de um Remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, Pr. **Árvore**, v. 31, n. 3, p. 545-554, 2007.

CORDEIRO, J. **Compartimentação Pedológica-Ambiental e sua Influência sobre a Florística e Estrutura de um Remanescente de Floresta Ombrófila Mista na Região Centro-Sul do Paraná**. 214 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2010.

COSTA FILHO, L. V.; NANNI, M. R.; CAMPOS, J. B. Floristic and Phytosociological Description of a Riparian Forest and the Relationship with the Edaphic Environment in Caiuá Ecological Station, Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 5, p. 785-798, 2006.

CURCIO, G. R.; BONNET, A.; PESTANA, D.; SOUZA, L. ; SOCHER, L. G. ; GALVÃO, F. ; RODERJAN, C. V. Compartimentação Topossequencial e Caracterização Fitossociológica de um Capão de Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, v. 36, n. 3, p. 361-369, 2006.

DANIEL, O.; ARRUDA, L. Fitossociologia de um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial às Margens do Rio Dourados, MS. **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 69-86, 2005.

DEL QUIQUI, E. M.; MARTINS, S. S.; SILVA, I. C.; BORGHI, W. A.; SILVA, O. H.; SAKURAGUI, C. M. PACHECO, R. B. Estudo Fitossociológico de um Trecho da Floresta Estacional Semidecidual em Diamante do Norte, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientia Agronômica**. v. 29, n. 2, p. 283-290, 2007.

EMBRAPA. Levantamento de Reconhecimento dos Solos da Região Centro-Leste do Estado do Paraná (área 8). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 10**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMBRAPA. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. Documentos 96. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2007.

FELFILI, J. M. Growth, Recruitment and Mortality in the Gama Gallery Forest in Central Brazil over a Six Year Period (1985-1999). **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 67-83, 1995.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. da S.; MACHADO, E. L. M. Análise Multivariada: Princípios e Métodos em Estudos de Vegetação. In: _____. **Fitossociologia no Brasil: Métodos e Estudos de Casos**. v.1, 556 p. Viçosa: UFV, 2011. Cap. 4. p. 122-155.

FERREIRA, L. M. **Revisão do Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu Encarte 5, com Vistas à Revisão do Plano de Manejo**. IBAMA e FUPEF. Brasília, 1999.

FLOSS, P. A. **Aspectos Ecológicos e Fitossociológicos no Entorno de Nascentes em Formações Florestais do Oeste de Santa Catarina**. 154 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Santa Maria, 2011.

GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. V. Levantamento Fitossociológico das Principais Associações Arbóreas da Floresta Nacional de Irati - PR. **Floresta**, v. 19, n. 1 e 2, p. 30-49, 1989.

GASPER, A. L.; UHLMAN, A.; SEVEGNANI, L.; LINGNER, D. V.; RIGON-JÚNIOR, M. J.; VERDI, M.; STIVAL-SANTOS, A.; DREVECK, S.; SOBRAL, M.; VIBRANS, A. C. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Espécies da Floresta Estacional Decidual. **Rodriguésia**, v. 64, n. 3, p. 427-443, 2013.

GOETZKE, S. **Estudo Fitossociológico de uma Sucessão Secundária no Noroeste do Paraná, Proposta para Recuperação de Áreas Degradadas**. 239 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Curitiba, 1990.

GRIS, D. **Riqueza e Similaridade da Vegetação Arbórea do Corredor de Biodiversidade Santa Maria, PR.** 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais. Cascavel, 2012.

GUBERT FILHO, F. A. Levantamento de Áreas de Relevante Interesse Ecológico no Estado do Paraná. **Anais do II Congresso Florestal do Paraná - Instituto Florestal do Paraná**, p. 136 -160, Curitiba, 1988.

HIGUCHI, P. OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SILVA, A. C.; MACHADO, E. L. M.; SANTOS, R. M.; PIFANO, D. S. Dinâmica da Comunidade Arbórea em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana em lavras, Minas Gerais, em Diferentes Classes de Solos. **Árvore**, v. 32, n. 3, p. 417-426, 2008.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest Mensuration.** 3 ed. New York: John Wiley e Sons, 1982.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Guia de Campo para Identificação de Solos no Estado do Paraná – Solos da Região do 3º Planalto.** Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, 1986.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas – Médias Históricas.** Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070>>. Acesso realizado em 24/04/2014.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Manuais Técnicos em Geociências, ed. 1. Rio de Janeiro, 1992.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Manuais Técnicos em Geociências. ed. 2. Rio de Janeiro, 2012.

ISERNHAGEN, I. **A fitossociologia Florestal no Paraná e os Programas de Recuperação de Áreas Degradadas: uma Avaliação.** 134 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Curitiba, 2001.

ITCG – INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. **Clima – Estado do Paraná.** Curitiba: ITCG, 2008. 1 Mapa. Escala 1:2.000.000.

ITCG – INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. **Formações Fitogeográficas – Estado do Paraná.** Curitiba: ITCG, 2009. 1 Mapa. Escala 1:2.000.000.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um Trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 83-99, 1999.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation Description and Analysis, a Pratical Approach.** London: Belhaven Press, 1992.

KLEIN, R. M. Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. In: REITZ, R. (Org.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

LONGHI, S. J. **A Estrutura de uma Floresta Natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no Sul do Brasil**. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 1980.

LONGHI, S. J. **Agrupamento e Análise Fitossociológica de Comunidades Florestais na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo-RS**. 198 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 1997.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. BRDE/ IBPT/ UFPR, Editora Max Roesner, Curitiba, 1968.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. VIANNA, D. M. (trad.). Curitiba: UFPR, 2011.

MARCUZZO, S. B.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J. Estrutura e Relações Ambientais de Grupos Florísticos em Fragmento de Floresta Estacional Subtropical. **Árvore**. vol. 37, n. 2, p. 275-287, 2013.

MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona: Omega, 1989.

MARTINS, S. V.; SILVA, N. R. S.; SOUZA, A. L.; NETO, J. A. A. M. Distribuição de Espécies Arbóreas em um Gradiente Topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 172-181, dez. 2003.

MINEROPAR. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba: Mineropar, 2006.

MOGNON, F.; DALLAGNOL, F. S.; SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A. P.; BARRETO, T. G. Uma Década de Dinâmica da Fixação de Carbono na Biomassa Arbórea em Floresta Ombrófila Mista no Sul do Paraná. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 153-164, 2013.

MOREIRA, J. C. **Patrimônio Geológico em Unidades de Conservação: Atividades Interpretativas, Educativas e Geoturísticas**. 428 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Florianópolis, 2008.

MULLER, A. C. **Proposição de Manejo para o Parque Nacional do Iguaçu**. 212 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1978.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley, 1974.

NEGRELLE, R. R. B. Composição e Estrutura do Componente Arbóreo de Remanescente de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial no Pantanal Mato-Grossense, Brasil. **Árvore**, v. 37, n. 6, p. 989-999, 2013.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. Tradução Pégasus Sistemas e Soluções. São Paulo: Thomson Learning. 2007.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Aspectos Florísticos, Fitossociológicos e Ecológicos de um Sub-bosque de Terra Firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 1, p. 1-16, 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da Vegetação como Subsídio para Programas de Revegetação com Espécies Nativas: uma Proposta Metodológica. **Cerne**, v.1, n.1, p. 64-72, 1994.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; GAVILANES, M.L.; CARVALHO, D.A. Effect of Flooding Regime and Understorey Bamboos on the Physiognomy and Tree Species Composition of a Tropical Semideciduous Forest in Southeastern Brazil. **Vegetatio**, v. 113, p. 99-124, 1994a.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L.. Effect of Soils and Topography on the Distribution of Tree Species in a Tropical Riverine Forest in Southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 10, p. 233-258, 1994b.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; ALMEIDA, R. J.; MELLO, J. M.; GAVILANES, M. L. Estrutura Fitossociológica e Variáveis Ambientais em um Trecho de Mata Ciliar do Córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira Botânica**. v. 17, n. 1, p. 67-85, 1994c.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. Effects of Past Disturbance and Edges on Tree Community Structure and Dynamics Within a Fragment of Tropical Semideciduous Forest in South-eastern Brazil Over a Five-year Period (1987-1992). **Plant Ecology**, v. 131, p. 45-66, 1997.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, W. A. C.; MACHADO, E. L. M.; HIGUCHI, P.; APPOLINÁRIO, V.; CASTRO, G. C.; SILVA, A. C.; SANTOS, R. M.; BORGES, L. F.; CORRÊA, B. S.; ALVES, J. M. Dinâmica da Comunidade e Populações Arbóreas da Borda e Interior de um Remanescente Florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um Intervalo de Cinco Anos (1999-2004). **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.1, p.149-161, 2007.

PAULA, A.; SILVA, A. F.; JÚNIOR, P. M.; SANTOS, F. A. M.; SOUZA, A. L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. v. 18, n. 3, p. 407-423, 2004.

PIELOU, E. C. **An Introduction to Mathematical Ecology**. Wiley Interscience, New York, 1969.

PIELOU, E. C. **Ecological Diversity**. New York: Wiley Interscience. 1975.

RAMOS, V. S.; DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F.; RODRIGUES, R. R. **Árvores da Floresta Estacional Semidecidual: Guia de Identificação de Espécies**. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo: BIOTA/FAPESP, 2008.

RICOBOM, A. E. **O Parque do Iguaçu como Unidade de Conservação da Natureza no Âmbito do Mercosul: os Problemas Decorrentes da Degradação Ambiental**. 226 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra - Programa de Pós-Graduação em Geografia. Curitiba, 2001.

RODE, R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F. Grupos Florísticos e Espécies Discriminantes em Povoamento de *Araucaria angustifolia* e uma Floresta Ombrófila Mista. **Árvore**, v. 35, n. 2, p. 319-327, 2011.

RNPC; RVIA. **Parque Nacional do Iguaçu: Caminho Aberto para a Vida**. Curitiba-PR, 2002.

SALAMUNI, R; SALAMUNI, E; ROCHA, L, A; ROCHA, A. L. Parque Nacional do Iguaçu. Cataratas de fama mundial. In: **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. DNPM, CPRM e SIGEP, Brasília: DNPM, 2002.

SANQUETTA, C. R. Fundamentos Biométricos dos Modelos de Simulação Florestal. **Série Didática**, n. 08. Curitiba, FUPEF. 1996.

SANTOS, F. A. M.; TAMASHIRO, J. Y.; RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. The Dynamics of Tree Populations in a Semideciduous Forest at Santa Genebra Reserva, Campinas, SE Brazil. In: **Annual combined ecologists/biologists as a problem solvers**. Supplement to Bulletin of the Ecological Society of America, Rhode Island, USA, v. 77, p. 389, 1996.

SCHORN, L. A. **Estrutura e Dinâmica de Estágios Sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa em Blumenau, Santa Catarina**. 192 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, PR, 2005.

SCOLFORO, J. R. S. **Modelagem do Crescimento e da Produção de Florestas Plantadas e Nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.

SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELLO, J. M. Modelagem da Produção, Idade das Florestas Nativas, Distribuição Espacial das Espécies e Análise Estrutural. In: SCOLFORO, J. R. S. (Ed.). **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 189-246, 1998.

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. **Modelo Fitogeográfico para Áreas de Preservação Permanente: um Estudo da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, MG**. Lavras: Editora UFLA, 2005.

SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M.; SILVA, C. P. de C.(Ed.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Semidecidual e Ombrófila - Florística**,

Estrutura, Diversidade, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Áreas aptas para o Manejo Florestal. Lavras: UFLA, 2008.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A. Inventário Florestal Contínuo em Florestas Tropicais: a Metodologia Utilizada pela Embrapa - CPATU na Amazônia Brasileira. **Documentos**, n. 36. Belém: Embrapa – CPATU, 1984.

SILVA, F. C.; SOARES-SILVA, L. H. Arboreal Flora of the Godoy Forest State Park, Londrina, PR. Brasil. **Edinburg Journal of Botanic**, v. 57, n. 1, p. 107-120, 2000.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para Instalação e Medição de Parcelas Permanentes em Florestas Naturais da Amazônia Brasileira.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

SILVA, L. C. R. **Estrutura e Florística de Bracatingais da Região Metropolitana de Curitiba, Paraná: um Enfoque Sucessional.** 125 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, PR, 2013.

SILVESTRE, R.; BALBINOT, R.; MACHADO, S. A.; KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F. Análise Estrutural e Distribuição Espacial em Remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Guarapuava (PR). **Ambiência**, v. 2, p. 259-274, 2012.

SONDA, C.; TRAUZYNSKI, S. C. **Reforma Agrária e Meio Ambiente: Teoria e Prática no Estado do Paraná.** Curitiba: ITCG, 2010.

STEPKA, T. F. **Modelagem da Dinâmica e Prognose da Estrutura Diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista por Meio de Matriz de Transição e Razão de Movimentação.** 152 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Irati, 2008.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, p. 81-86, 1988.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical Correspondence Analysis: a New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Analysis. **Ecology**, v. 67, p. 1167-1179, 1986.

TER BRAAK, C. J. F. The Analysis of Vegetation Environment Relationships by Canonical Correspondence Analysis. **Vegetatio**, v. 69, n. 3, p. 69-77, 1987.

UNESCO. **Patrimônio Mundial no Brasil.** 2. ed. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2002.

VALÉRIO, A. F.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R. Análise Florística e Estrutural do Componente Arbóreo de um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Clevelândia, Sudoeste do Paraná. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 239-248, 2008.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield: Applications to Mixed Tropical Forests**. Wallingford: CAB International, 1994.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. **Boletim técnico da Vegetação**, n. 1. Salvador: Projeto Radambrasil, 1982.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; VALÉRIO, A. F.; SILVETRE, R. Caracterização da Composição Florística e Estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, no Município de General Carneiro (PR). **Ambiência**, v. 1, n. 2, p. 229-237, 2005.

ZACARIAS, R. R.; BRITEZ, R. M.; GALVÃO, F.; BOEGER, M. R. T. Fitossociologia de dois Trechos de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em Solos Hidromórficos, Paraná, Brasil. **Floresta**, v. 42, n. 4, p. 769-782, 2012.

ZILLER, S. R. **Avaliação Ecológica Rápida do Parque Nacional do Iguaçu**. 1ª ed. IBAMA: Curitiba, 1998.

2 AS FORMAÇÕES VEGETAIS E A RELAÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU

2.1 RESUMO

Uma forma de obter informações ecológicas precisas para espécies de interesse ambiental e econômico é o uso de inventários florestais, delineados para que as variáveis ambientais sejam também representadas. Assim, foram instaladas 21 parcelas permanentes de 2.000 m² no Parque Nacional do Iguaçu (PNI) considerando as variações de altitude e geomorfológicas existentes. Inicialmente foi realizada uma classificação das parcelas na vegetação por meio da *TWINSPAN* e, na sequência, analisada a relação entre as espécies e variáveis ambientais com auxílio da Análise de Correspondência Canônica (CCA). Na classificação, as parcelas foram agrupadas e caracterizadas pela presença de espécies indicadoras e preferenciais da Floresta Estacional Semidecidual (FES) e Floresta Ombrófila Mista (FOM). Nas maiores altitudes foi identificada uma região de transição, denominada Ecótono FOM/FES e uma região com ocorrência da FES Montana. Nas menores altitudes, a FES Submontana foi separada em Típica e Úmida, resultado da variação florística regida pela umidade. Corroborando a efetividade da classificação, a CCA demonstrou que a distribuição das espécies na vegetação foi afetada pelas variações térmicas, hídricas e de fertilidade observadas nas parcelas, resultado do gradiente de altitude, geomorfologia e material de origem dos solos existente no PNI.

Palavras-Chave: Caracterização ambiental; Classificação da vegetação; Análise de correlação canônica.

2.2 INTRODUÇÃO

As florestas da região Oeste e Norte do estado do Paraná, situadas ao longo da bacia do rio Paraná, são hoje reduzidas a fragmentos protegidos pela legislação em Unidades de Conservação (UC), resultado do intenso desmatamento que ocorreu nas décadas passadas, impulsionada pela expansão agrícola desordenada (SONDA e TRAUCZYNSKI, 2010). Nas propriedades rurais dessa região, onde as Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) necessitam ser

ocupadas por espécies florestais nativas, o que se observa são projetos pouco eficazes, resultado da falta de informações ecológicas das espécies. Pela mesma razão, poucos são os investimentos voltados para a utilização das espécies nativas em projetos de reflorestamento e planos de manejo nas propriedades rurais.

Essas demandas não são uma exclusividade destas regiões do estado do Paraná e, trabalhos para obter informações sobre a ecologia de espécies arbóreas nativas podem ser observados em diferentes locais do Brasil. Trabalhos que, em geral, são realizados satisfatoriamente com o uso das análises multivariadas, tanto para agrupar e classificar as parcelas na vegetação por meio de espécies indicadoras e preferenciais (ARAUJO *et al.*, 2004; WANG *et al.*, 2007; SCIPIONI *et al.*, 2011; MARCUZZO *et al.*, 2013), quanto para ordenar as espécies nos gradientes ambientais (climáticos e pedológicos) (OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000; BUDKE *et al.*, 2007; FERREIRA-JÚNIOR *et al.*, 2007; MARQUES *et al.*, 2011; SANCHEZ *et al.*, 2013).

Uma análise multivariada muito utilizada no agrupamento e classificação de parcelas na vegetação é denominada *Two Way Indicator Species Analysis* “*TWINSPAN*”. Trata-se do refinamento progressivo de um único eixo e parte do princípio de que, para cada grupo de parcelas existe um grupo correspondente de espécies, chamadas indicadoras. Essas espécies são as que ocorrem com maior peso que as demais em um dos lados da divisão, positivo ou negativo. Espécies preferenciais são as que apresentam duas vezes mais chances de ocorrer em um lado da divisão que do outro (FELFILI *et al.*, 2011).

Entre as técnicas de ordenação da vegetação, a Análise de Correspondência Canônica (CCA) é preferencialmente indicada quando o objetivo é estudar mais profundamente as relações entre as variáveis ambientais e a abundância de espécies (TER BRAAK, 1986, 1987). Quando um teste de randomização (Monte Carlo) é aplicado a esta análise, agrega maior confiabilidade aos resultados (FELFILI *et al.*, 2011).

Sobre as variáveis ambientais e seu efeito na distribuição das espécies, sabe-se que a latitude com sua respectiva variação de temperatura tem maior influência ao nível regional. As variações térmicas e hídricas ocasionadas pela interiorização no continente e a elevação em relação ao nível do mar, bem como, as características do relevo e dos solos também afetam essa distribuição, diferenciando

as formações de uma mesma formação vegetal (OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000).

A demanda por informações ecológicas sobre espécies nativas das regiões Oeste e Norte do estado do Paraná para a implantação de projetos florestais foi o elemento motivador para a realização deste trabalho. Neste capítulo, os objetivos priorizados foram: (I) descrever as variações ambientais (climáticas e pedológicas) existentes no Parque Nacional do Iguaçu (PNI); (II) classificar as parcelas instaladas nas formações vegetais por meio de espécies indicadoras e preferenciais e; (III) identificar o efeito das variáveis ambientais na distribuição natural das espécies arbóreas. Esta UC foi escolhida porque representa o maior remanescente vegetal preservado da Mata Atlântica e atualmente encontra-se integralmente protegida.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Área de Estudo

A caracterização da área de estudo está descrita no item 1.2.1.

2.3.2 Dados e Análises

Nos itens 1.2.2 a 1.2.5 estão descritas a amostragem e os métodos gerais da pesquisa utilizados para a coleta dos dados. Assim, neste item, serão descritas a metodologia utilizada para a caracterização ambiental do PNI, para o cálculo da abrangência florística, para a classificação das parcelas em relação às formações vegetais e, para a análise do efeito das variáveis ambientais na distribuição das espécies.

A caracterização ambiental foi realizada de forma descritiva levando em consideração as informações obtidas no mapa iterativo do relevo e hidrografia do Parque, disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente através do link: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo>, as séries históricas observadas nas estações meteorológicas do seu entorno, as observações de campo ao longo das trilhas percorridas e no interior das parcelas e, por fim, nos resultados obtidos com as coletas de solo no interior das parcelas.

A amostragem da vegetação foi realizada para garantir ao máximo a observação das variações ambientais existentes no PNI; estratificada em dois níveis para que ao menos uma parcela fosse instalada nas diferentes combinações de altitude e posição na rampa de drenagem. Mesmo adotando este critério, a abrangência florística na vegetação arbórea foi verificada por meio da curva espécie-área, onde pode ser observada a relação entre o número de espécies e o esforço amostral acumulado (FELFILI *et al.*, 2011).

A classificação das parcelas na vegetação foi realizada por meio *TWINSPAN* (HILL *et al.*, 1975) com auxílio do programa *PC-ORD for Windows* versão 6.0 (MCCUNE e MEFFORD, 2011); a análise baseou-se na matriz de densidades contendo as espécies que apresentaram dez ou mais árvores ($DE \geq 10$ árvores). Ter Braak (1987) destacou que o uso de espécies com baixa densidade influencia pouco nas análises e pode ocasionar erros. A terminologia adotada para as formações vegetais em que as parcelas foram classificadas está descrita em IBGE (2012).

A matriz de densidades foi composta por 70 espécies (colunas) distribuídas nas 21 parcelas (linhas). Considerando a metodologia de amostragem e a base de dados, foram utilizados os seguintes parâmetros para o processamento dos dados no *PC-ORD*: grupo mínimo de divisão igual a três, número máximo de espécies indicadoras até cinco, número máximo de espécies na tabela final de 200 e, por fim, dois níveis de divisão. Após a análise da matriz de densidade, os níveis adequados de corte para as pseudo-espécies utilizadas na *TWINSPAN* foram definidos em zero, quatro, oito, 12, 20 e 30.

O Índice de Similaridade de Jaccard (J') (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974) foi calculado para atestar a efetividade do agrupamento obtido. Para o cálculo deste índice foram construídas matrizes binárias, baseadas na matriz de densidades ($DE \geq 10$ árvores), nos diferentes níveis de divisão da *TWINSPAN*.

Para a análise do efeito das variáveis ambientais na distribuição das espécies foi utilizada a Análise de Correlação Canônica (CCA) (TER BRAACK, 1986, 1987). O processamento dos dados foi também auxiliado pelo programa *PC-ORD for Windows* versão 6.0 (MCCUNE e MEFFORD, 2011). A matriz principal de dados para CCA foi a mesma matriz de densidades usada na *TWINSPAN*, no entanto, sendo realizada a transformação dos valores por $\text{Log}_{10}(x + 1)$ com o objetivo de reduzir a variância (PALMER, 1993). A matriz secundária, de variáveis ambientais, foi constituída por 18 variáveis e, buscando também reduzir a variância, os valores

foram transformados por $\text{Log}_{10}(x + 1)$ e normalizados para uma distribuição com média e desvio padrão, calculados com auxílio do programa *Microsoft Office Excel* versão 2007.

Constituíram a matriz de dados ambientais a altitude, a declividade, drenagem do solo, a umidade, os teores de argila, silte, areia, pH , C , P , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Al^{+3} , $H^+ + Al^{+3}$, bem como, a Soma de Bases (SB) ($Ca + Mg^{+2} + K^+$), a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) ($SB + H^+ + Al^{+3}$), a Saturação por Bases ($V\%$) ($SB \div CTC \times 100$) e a Saturação por Alumínio ($AP\%$) ($Al^{+3} \div (SB + Al^{+3}) \times 100$). A declividade, drenagem do solo e a umidade, determinadas conforme descrito no item 1.2.5, foram incluídas na matriz uma vez que foram categorizadas em escalas numéricas que variaram de um a cinco para declividade e classe de drenagem e, de um a três para a umidade. Nestas escalas, quanto maior a declividade, drenagem no solo e umidade, maior foi o valor atribuído à parcela.

A CCA foi efetuada em duas etapas. Inicialmente contendo todas as 18 variáveis ambientais e, na sequência, sendo mantidas apenas as variáveis que apresentaram correlação canônica maior que 0,50 para, pelo menos, um dos eixos de ordenação. Variáveis redundantes, com alta correlação, foram também excluídas da matriz final de dados ambientais.

2.4 RESULTADOS

2.4.1 Caracterização Ambiental

Na porção Norte, em altitudes superiores a 600 m, é observado um ambiente úmido com menores temperaturas médias anuais, item 1.2.1.4. Nesta região estão localizadas as nascentes dos maiores rios que formam a rede de drenagem interna do PNI. O relevo nas cabeceiras de drenagem é suave-ondulado e foram observadas rampas com feição côncava-convergente, onde foram instaladas as parcelas de 16 a 21 (TABELA 2.1).

Afetados pelo material de origem, predominam no Norte do Parque solos classificados em LATOSSOLOS VERMELHOS. Os baixos teores de potássio e cálcio resultaram no caráter distrófico do solo ($V\% < 50$) e, favoreceram, juntamente com os altos teores de carbono e alumínio, uma redução na acidez (pH). O elevado teor de argila de consistência friável caracterizou a boa drenagem no solo desta

região. Posicionadas na base de rampas de drenagem e afetadas pelo afluxo hídrico da montante, as parcelas 16 e 19 apresentaram drenagem do solo moderada e maior umidade.

Os rios que nascem na região Norte do Parque se mantêm canalizados nas falhas geológicas ao longo da região Central, resultado do relevo ondulado a fortemente-ondulado. Nesta região, no entanto, os rios ampliam seu tamanho à medida que pequenos afluentes são incorporados e podem ser observadas rampas de drenagem com maiores extensões. Nota-se também uma elevação média da temperatura e uma redução da umidade em relação às altitudes superiores a 600 m.

As parcelas sete a 15 foram instaladas nesta região do Parque, entre 600 e 300 m de altitude, onde dois ambientes com umidade distinta, regida pelo padrão geomorfológico, foram amostrados. O primeiro, nas encostas e fundo dos vales dos maiores rios orientados no sentido norte-sul, caracterizados pelo relevo movimentado, diversidade nas características pedológicas, alta fertilidade e maior umidade devido à presença dos rios, do afluxo hídrico das regiões à montante e do menor tempo de incidência de raios solares ao longo do dia. O segundo ambiente correspondeu às regiões dos vales dos pequenos rios orientados no sentido oeste-leste e às regiões de platô, próximas aos divisores de água; este ambiente apresentou de forma geral um relevo pouco movimentado, homogeneidade de classes de solo, alta fertilidade e baixa umidade, resultado dos pequenos rios e do maior tempo de incidência de raios solares ao longo do dia.

Na região sul, em altitudes inferiores a 300 m, é observada a maior temperatura média e os menores níveis de umidade. Os grandes rios formam meandros com planícies aluviais e ocorrem frequentemente planícies de inundação ocasionadas pelo afloramento do lençol freático, resultado do relevo suave-ondulado a plano que predomina nesta região. As parcelas de um a seis representaram esta região do Parque.

Tanto nas regiões centrais, como na região sul, os solos em sua maioria foram classificados em NITOSSOLOS VERMELHOS por apresentar textura argilosa e cerosidade característica do horizonte B nítico. Destacou-se também a alta saturação por bases ($V\% > 50$) e baixa saturação por alumínio no horizonte diagnóstico ($Al\% < 5$), atribuindo-se caráter eutrófico.

TABELA 2.1 - CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS PARCELAS INSTALADAS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.

P	Patamar de Altitude (m)	Posição na Rampa de Drenagem	Declividade	Drenagem do solo	Umidade	pH CaCl ₂	C g.dm ⁻³	P mg.dm ⁻³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ +Al	SB	CTC	V %	Al %	Areia %	Silte %	Argila %	Classe de Solo
1	150	PL	2	3	1	5,27	17,21	2,08	0,47	10,32	4,78	0,04	3,42	15,57	18,99	81,99	0,24	19,85	58,44	21,71	Nito Verm
2	150	PL	2	3	1	5,57	15,56	3,01	0,28	10,29	2,70	0,04	2,74	13,27	16,01	82,89	0,28	20,67	60,28	19,05	Nito Verm
3	150	PL	2	3	1	5,38	20,27	1,84	0,38	7,60	2,13	0,04	3,18	10,11	13,29	76,08	0,37	8,47	67,53	24,00	Nito Verm
4	250	BA	1	1	3	4,32	32,35	2,42	0,34	4,03	2,29	0,84	5,76	6,66	12,42	53,63	11,16	12,74	61,73	25,54	Glei Melâ
5	250	EN INF	2	2	2	5,43	30,05	2,79	0,69	8,82	2,58	0,04	3,42	12,08	15,50	77,94	0,31	10,96	57,85	31,20	Nito Verm
6	250	PL	2	3	1	4,90	27,80	1,98	0,82	5,12	3,59	0,19	4,28	9,53	13,81	69,01	1,93	7,55	53,38	39,07	Nito Verm
7	350	EN INF	4	4	3	4,76	31,41	3,67	0,45	13,75	4,60	0,04	4,28	18,80	23,08	81,46	0,20	18,88	61,22	19,90	Neos Rego
8	350	BA	3	3	3	5,49	34,02	0,37	0,82	12,25	3,26	0,04	3,18	16,33	19,51	83,70	0,23	16,46	59,30	24,24	Nito Verm
9	350	BA	4	4	3	5,47	28,34	7,49	0,45	9,27	3,94	0,04	3,18	13,66	16,84	81,12	0,27	20,49	67,74	11,77	Nito Verm
10	450	BA	4	3	2	4,87	33,61	3,01	0,47	6,91	2,31	0,14	4,61	9,69	14,30	67,76	1,43	14,44	61,10	24,46	Nito Verm
11	450	EN SUP	4	4	2	5,66	33,76	2,42	0,77	13,13	2,08	0,04	3,68	15,97	19,65	81,28	0,23	26,54	57,93	15,53	Neos Rego
12	450	PL	2	3	1	4,94	32,27	3,01	0,65	7,31	1,62	0,17	4,96	9,58	14,54	65,89	1,74	8,60	53,11	38,28	Nito Verm
13	550	BA	3	3	3	5,07	29,95	1,32	0,63	8,34	3,96	0,10	4,61	12,93	17,54	73,72	0,79	22,36	59,85	17,79	Nito Verm
14	550	EN SUP	5	5	2	5,85	38,77	7,64	0,72	14,47	3,60	0,04	3,42	18,78	22,20	84,60	0,20	42,24	48,46	9,30	Neos Rego
15	550	PL	2	3	1	4,90	59,33	4,41	0,72	9,19	3,69	0,08	3,97	13,60	17,57	77,41	0,55	15,42	59,72	24,86	Nito Verm
16	650	BA	2	2	3	5,58	41,94	2,50	0,64	9,72	2,94	0,08	4,28	13,31	17,59	75,67	0,56	17,01	48,29	34,70	Nito Verm
17	650	PL	2	3	2	4,33	39,04	4,63	0,38	3,61	2,67	0,90	7,76	6,66	14,42	46,18	11,94	15,50	38,72	45,78	Lato Verm Di
18	650	PL	2	3	2	4,88	43,97	2,28	0,40	7,62	2,72	0,21	5,35	10,74	16,09	66,74	1,89	12,01	47,01	40,98	Lato Verm Eu
19	750	BA	2	2	3	3,95	38,68	0,81	0,22	2,36	2,52	1,92	10,45	5,10	15,55	32,78	27,34	12,55	42,56	44,89	Lato Verm Di
20	750	PL	2	3	2	3,97	42,71	1,40	0,14	2,44	2,92	1,96	11,26	5,49	16,75	32,78	26,35	14,82	43,82	41,36	Lato Verm Di
21	750	PL	2	3	2	3,73	41,77	3,38	0,16	1,27	1,55	3,20	13,06	2,97	16,03	18,55	51,80	12,03	34,45	53,52	Lato Verm Di
\bar{x}	-	-	-	-	-	4,97	33,94	2,97	0,50	7,99	2,97	0,48	5,28	11,47	16,75	67,20	6,66	16,65	54,40	28,95	-
s	-	-	-	-	-	0,61	9,84	1,85	0,21	3,81	0,90	0,85	2,90	4,44	2,77	19,26	13,18	7,63	9,16	12,21	-

P - Parcelas; Posição na rampa de drenagem: BA - Base, EN INF - Encosta inferior, EN SUP - Encosta superior, PL - Platô; Declividade: 1 - Plana (0-3%), 2 - Suave-ondulada (3-8%), 3 - Ondulada (8-20%), 4 - Forte-ondulada (20-45%), 5 - Montanhosa (45-75%); Drenagem do solo: 1 - Muito mal drenado, 2 - Moderadamente drenado, 3 - Bem drenado, 4 - Acentuadamente drenado, 5 - Fortemente drenado; Umidade: 1 - baixa, 2 - intermediária, 3 - alta; SB - Soma de bases; CTC - Capacidade de troca catiônica; V% - Saturação por bases; Al% - Saturação por alumínio; Classe de solo: Nito Verm - NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico, Glei Melâ - GLEISSOLO MELÂNICO Tb Eutrófico, Neos Rego - NEOSSOLO REGOLITICO Eutrófico, Lato Verm Eu - LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico, Lato Verm Di - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico; \bar{x} - Média; s - Desvio padrão.

Na parcela quatro foi observado um GLEISSOLO MELÂNICO de alta fertilidade ($V\% > 50$) associado ao afloramento do lençol freático. O horizonte diagnóstico hidromórfico apresentou maior teor de carbono, resultado do acúmulo da matéria orgânica. A alta concentração de alumínio foi atribuída à sua deposição pela água subterrânea. A dissociação do gás carbônico (CO_2) e hidrólise do alumínio neste solo resultaram em aumento da acidez e o hidromorfismo favoreceu a redução da CTC, que teve seu menor valor dentre as amostras ($12,42 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$).

As parcelas com solos classificados como NEOSSOLO REGOLITICO Eutrófico foram situadas na posição de encosta inferior e superior das rampas de drenagem patamarizadas na região Central do Parque. A CTC, nestes casos, foi superior à das demais parcelas e os valores de saturação de bases foram elevados, em torno de 80%. Nota-se que os teores de argila foram menores que 35% e os teores de areia acima de 15%, o que caracterizou textura média e solos acentuados a fortemente drenados, considerados de alta fragilidade ambiental pela declividade acentuada e suscetibilidade à erosão. Na parcela 14, devido à maior velocidade de escoamento da água ligada à declividade montanhosa, o solo apresentou redução do teor de argila (9,30%), menor valor dentre as amostras.

2.4.2 Abrangência Florística

Com 10 parcelas foi possível amostrar 151 espécies, ou seja, 90% do total (FIGURA 2.1). As 11 parcelas restantes contribuíram pouco para o aumento do número de espécies, somando apenas 16 e indicando que, entre estas parcelas, um grande número de espécies ocorreu em comum. Com 20 parcelas, 100% das espécies já haviam sido amostradas.

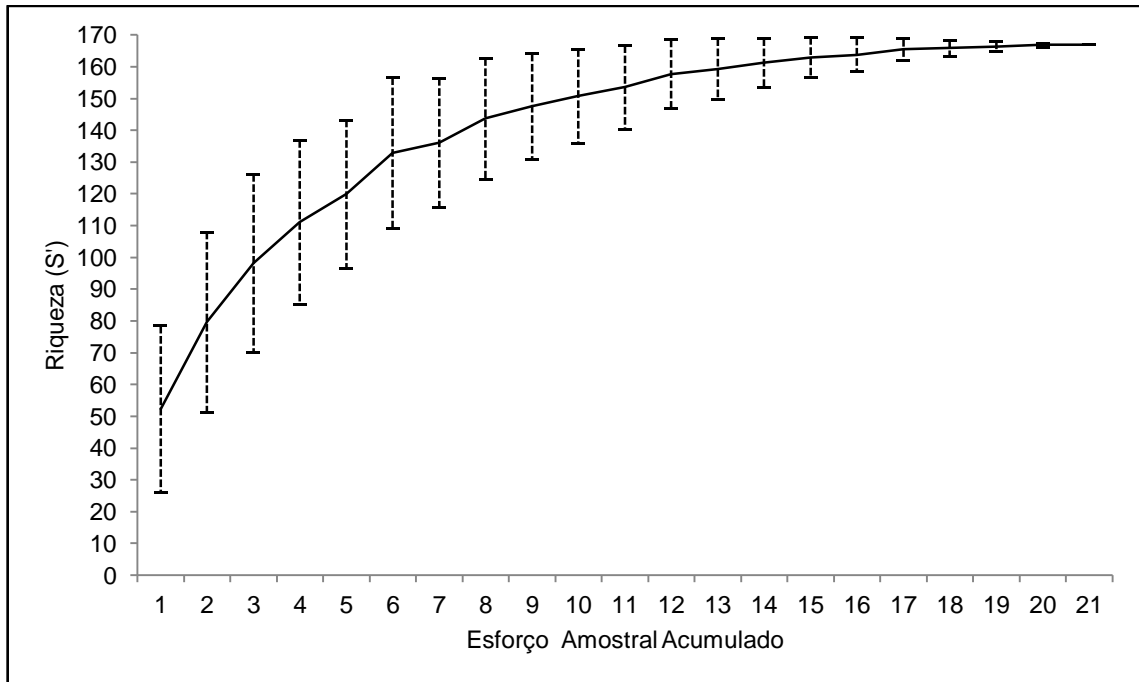


FIGURA 2.1 - RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE ESPÉCIES (± 1 DESVIO PADRÃO) E O ESFORÇO AMOSTRAL ACUMULADO.

2.4.3 Classificação da Vegetação

Inicialmente não foi possível obter uma classificação adequada das parcelas por meio da *TWINSPAN*, pois, foi verificada forte influência da ocorrência descontínua e variação na densidade de *Euterpe edulis* ao longo das parcelas em baixas altitudes; originalmente, esta espécie ocorria de forma abundante e contínua nestas regiões do Sul do Brasil (LEITE e KLEIN, 1990; IBGE, 2012). Ferreira (1999) justificou esta distribuição da espécie devido à sua intensa exploração e à dificuldade de fiscalização nas fronteiras do PNI, que ainda se encontrava sob pressão antrópica na época. Desta forma, esta espécie foi excluída da matriz de densidades.

Após a exclusão de *E. edulis* da matriz de densidade foi observada uma classificação das parcelas na vegetação com significado ecológico, consideradas a florística e a fisionomia observadas em campo (TABELA 2.2). A similaridade florística, medida pelo índice Jaccard (J), atestou a eficiência das divisões realizadas, bem como, corroborou com a identificação da região de Ecótono no Norte do PNI.

No primeiro nível de divisão, o grupo positivo teve como espécie indicadora *Mollinedia clavigera*. As espécies preferenciais foram *Araucaria angustifolia*,

Alchornea glandulosa, *Casearia obliqua*, *Casearia sylvestris*, *Cupania vernalis*, *Ficus luschnathiana*, *Ilex paraguariensis*, *Ixora venulosa*, *Jacaranda micrantha*, *Myrocarpus frondosus*, *Ocotea indecora*, *Ocotea silvestris*, *Psychotria carthagenensis*, *Sebastiania commersoniana*, *Senegalia recurva*, *Styrax acuminatus* e *Styrax leprosus*.

TABELA 2.2 - CLASSIFICAÇÃO DAS PARCELAS NA VEGETAÇÃO POR MEIO DA TWINSPLAN.

Nível de Divisão		Parcela	Formação Vegetal (Subgrupo)
1	2		
PNI	<div><div>(+)</div><div><i>Molinedia clavigera</i>*</div><div><div>a.v. (0,5154) J (0,4444) <i>Balfourodendron riedelianum</i>*</div><div>a.v. (0,2702) J (0,1449)</div><div><div>(-)</div><div><i>Sebastiania brasiliensis</i>*</div></div></div></div>	21	Ecótono FOM/FES (1b)
		20	
		19	
		18	FES Montana (1a)
		17	
		16	
		15	FES Submontana Típica (2b)
		12	
		11	
		10	
		6	
		3	
		2	
		1	
		14	FES Submontana Úmida (2a)
13			
9			
8			
7			
5			
4			

* - Espécies indicadoras; a.v. - Autovalor de divisão; J - Índice de Similaridade de Jaccard.

O grupo negativo não apresentou espécie indicadora e caracterizou-se por espécies típicas de FES, dentre elas, *Acacia bimucronata*, *Bastardiopsis densiflora*, *Cordia americana*, *Pilocarpus pennatifolius* e *Urera baccifera*; outras espécies preferenciais foram *Cecropia pachystachya*, *Eugenia subterminalis*, *Hennecartia omphalandra*, *Inga marginata* e *Lonchocarpus nitidus*.

O grupo de espécies não preferenciais no primeiro nível de divisão foi constituído por *Aspidosperma polyneuron*, *Alchornea triplinervia*, *Allophylus edulis*, *Annona emarginata*, *B. riedelianum*, *Banara tomentosa*, *Cabralea canjerana*, *Calliandra foliolosa*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Casearia decandra*, *Cedrela fissilis*, *Cordia trichotoma*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Chrysophyllum marginatum*, *Citrus sinensis*, *Dalbergia frutescens*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Eugenia burkartiana*, *Holocalyx balansae*, *Jacaratia spinosa*, *Lonchocarpus campestris*, *Luehea divaricata*, *Matayba elaeagnoides*, *Myrsine umbellata*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra megapotamica*, *Ocotea diospyrifolia*, *Plinia rivularis*, *Prockia crucis*, *Prunus myrtifolia*, *Sebastiania brasiliensis*, *Seguiera guaranitica*, *Syagrus romanzoffiana*, *Cordia ecalyculata*, *Guarea kunthiana*, *Machaerium stipitatum*, *Parapiptadenia rigida*, *Sorocea bonplandii*, *Trichilia catigua*, *Trichilia clausenii* e *Trichilia elegans*.

No segundo nível de divisão, o grupo positivo sofreu uma nova divisão, os subgrupos foram denominados 1a e 1b. A espécie indicadora do subgrupo 1a foi *B. riedelianum* e as espécies preferenciais foram *A. polyneuron*, *C. foliolosa*, *C. pachystachya*, *E. burkartiana*, *F. luschnathiana*, *G. kunthiana*, *H. balansae*, *I. marginata*, *I. venulosa*, *J. spinosa*, *M. frondosus*, *P. rivularis*, *P. carthagenensis*, *S. brasiliensis*, *S. commersoniana*, *S. guaranitica*, *T. catigua*, *T. clausenii*, *T. elegans* e *U. baccifera*.

O subgrupo 1b apresentou as seguintes espécies preferenciais: *A. glandulosa*, *A. edulis*, *A. emarginata*, *A. angustifolia*, *B. tomentosa*, *C. decandra*, *C. obliqua*, *C. sinensis*, *D. frutescens*, *H. omphalandra*, *I. paraguariensis*, *L. divaricata*, *M. elaeagnoides*, *M. umbellata*, *N. lanceolata*, *O. indecora*, *P. rigida*, *S. recurva* e *S. acuminatus*; caracterizando assim a florística da região de Ecótono entre FOM e FES nesta região. No subgrupo 1a, no entanto, apenas *M. clavigera*, comumente observada na FOM (SAUERESSIG, 2012), ocorreu associada às espécies estacionais; esta vegetação foi então denominada apenas como FES, com a atribuição Montana devido às condições ambientais presentes nas parcelas, bem como, pela diferenciação florística em relação às demais, situadas em menores altitudes.

O grupo de espécies não preferenciais nesta divisão foi composto por *A. triplinervia*, *C. canjerana*, *C. xanthocarpa*, *C. sylvestris*, *C. fissilis*, *C. gonocarpum*, *C. marginatum*, *C. ecalyculata*, *C. trichotoma*, *C. vernalis*, *D. sorbifolia*, *J. micrantha*, *L.*

campestris, *M. clavigera*, *M. stipitatum*, *N. megapotamica*, *O. silvestris*, *O. diospyrifolia*, *P. crucis*, *P. myrtifolia*, *S. leprosus*, *S. romanzoffiana* e *S. bonplandii*.

Ainda no segundo nível de divisão, o grupo negativo também sofreu uma nova divisão, os subgrupos formados foram denominados 2a e 2b, tendo *S. brasiliensis* como espécie indicadora do subgrupo 2a. As parcelas deste subgrupo foram posicionadas nos vales que acompanham os cursos d'água, onde a variabilidade pedológica e maior umidade foram marcantes, no entanto, sem ocorrência de hidromorfismo ou deposição aluvial no solo devido ao leito dos cursos d'água estar controlado por falhas geológicas; na região mais ao sul, a parcela quatro apresentou um GLEISSOLO MELÂNICO Tb Eutrófico e, devido à alta densidade de *S. brasiliensis* compôs também o subgrupo 2a. As espécies preferenciais deste subgrupo foram: *B. tomentosa*, *C. obliqua*, *C. americana*, *C. vernalis*, *D. frutescens*, *E. subterminalis*, *L. nitidus*, *M. elaeagnoides*, *M. frondosus*, *S. commersoniana*, *S. guaranitica* e *T. elegans*. Este subgrupo foi denominado FES Submontana Úmida.

O subgrupo 2b correspondeu às parcelas posicionadas nos platôs, com solos profundos e menor umidade; duas parcelas foram exceção neste subgrupo, 10 e 11, posicionadas em uma rampa de drenagem subordinada a um vale orientado no sentido oeste-leste. As espécies preferenciais deste subgrupo foram *A. bimucronata*, *A. polyneuron*, *A. glandulosa*, *C. sylvestris*, *C. pachystachya*, *C. sinensis*, *C. ecalyculata*, *E. burkartiana*, *F. luschnathiana*, *G. kunthiana*, *I. marginata*, *O. indecora*, *O. silvestris* e *T. clausenii*. Este subgrupo foi denominado FES Submontana Típica.

As espécies não preferências que ocorreram entre os subgrupos 2a e 2b foram *A. triplinervia*, *A. emarginata*, *A. edulis*, *B. densiflora*, *B. riedelianum*, *C. canjerana*, *C. decandra*, *C. fissilis*, *C. foliolosa*, *C. gonocarpum*, *C. marginatum*, *C. xanthocarpa*, *C. trichotoma*, *D. sorbifolia*, *H. balansae*, *H. omphalandra*, *I. venulosa*, *J. micrantha*, *J. spinosa*, *L. campestris*, *L. divaricata*, *M. stipitatum*, *M. umbellata*, *N. lanceolata*, *N. megapotamica*, *O. diospyrifolia*, *P. pennatifolius*, *P. rivularis*, *P. crucis*, *P. myrtifolia*, *P. rigida*, *S. bonplandii*, *S. romanzoffiana*, *T. catigua* e *U. baccifera*.

2.4.4 Ordenação da Vegetação

As cinco variáveis que formaram a matriz final da CCA foram a altitude, a saturação por bases, a saturação por alumínio, o percentual de argila e a umidade.

Estas variáveis, por apresentarem altos valores de correlação canônica pelo menos em um dos eixos de ordenação, influenciaram de forma significativa a distribuição das espécies (TER BRAACK, 1986; 1987; PALMER, 1993). A variância total que poderia ser explicada na matriz de densidade de espécies foi de 1,22 e, deste total, 29,20% foi explicada pelos dois primeiros eixos de ordenação, construídos com autovalores de 0,21 e 0,14 e correspondendo a 17,60 e 11,60%, respectivamente para o eixo um e dois.

As correlações de 0,95 e 0,84 entre os eixos de ordenação e as variáveis ambientais foram aceitas, uma vez que o teste de Monte Carlo apresentou alta significância para o primeiro eixo ($p = 0,001$). Este resultado indicou que não havia relação linear entre as matrizes de dados.

A correlação canônica das variáveis ambientais com os eixos de ordenação seguiu a mesma tendência de correlação de Pearson (r) observada entre as variáveis, com exceção da umidade (TABELA 2.3). A altitude, saturação por alumínio e o teor de argila apresentaram alta correlação com o primeiro eixo ($r > 0,50$). A saturação por bases foi negativamente correlacionada com este eixo.

Apesar de ter sido mais bem correlacionada com a altitude, a umidade foi mais associada com o segundo eixo ($r > 0,50$). Resultado explicado pela associação positiva da umidade com as parcelas instaladas nos vales dos rios orientados no sentido norte-sul em menores altitudes. A saturação por bases e por alumínio apresentaram valores próximos à zero para o segundo eixo.

TABELA 2.3 - CORRELAÇÃO “*intraset*” PARA OS DOIS PRIMEIROS EIXOS DE ORDENAÇÃO DA CCA E CORRELAÇÃO DE PEARSON (r) PARA AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS PADRONIZADAS.

Variável	Eixo 1	Eixo 2	r			
			Altitude	V%	Al%	Argila%
Altitude (m)	0,68	-0,26	-	-	-	-
V%	-0,98	-0,09	-0,54	-	-	-
Al%	0,91	0,05	0,51	-0,96	-	-
Argila%	0,68	-0,46	0,39	-0,70	0,70	-
Umidade	0,13	0,56	0,35	-0,15	0,18	-0,06

V% - Saturação por bases; Al% - Saturação por alumínio; Argila% - Teor de argila no solo.

Na Figura 2.2 é apresentado o diagrama de ordenação das 21 parcelas onde pode ser observada a distribuição das mesmas em relação aos vetores, os quais indicam a correlação canônica das variáveis ambientais com os eixos de ordenação apresentados na Tabela 2.3. Nota-se, neste diagrama, a existência de dois

gradientes na distribuição das parcelas, um fortemente associado à variação da altitude e fertilidade dos solos e outro, associado à umidade.

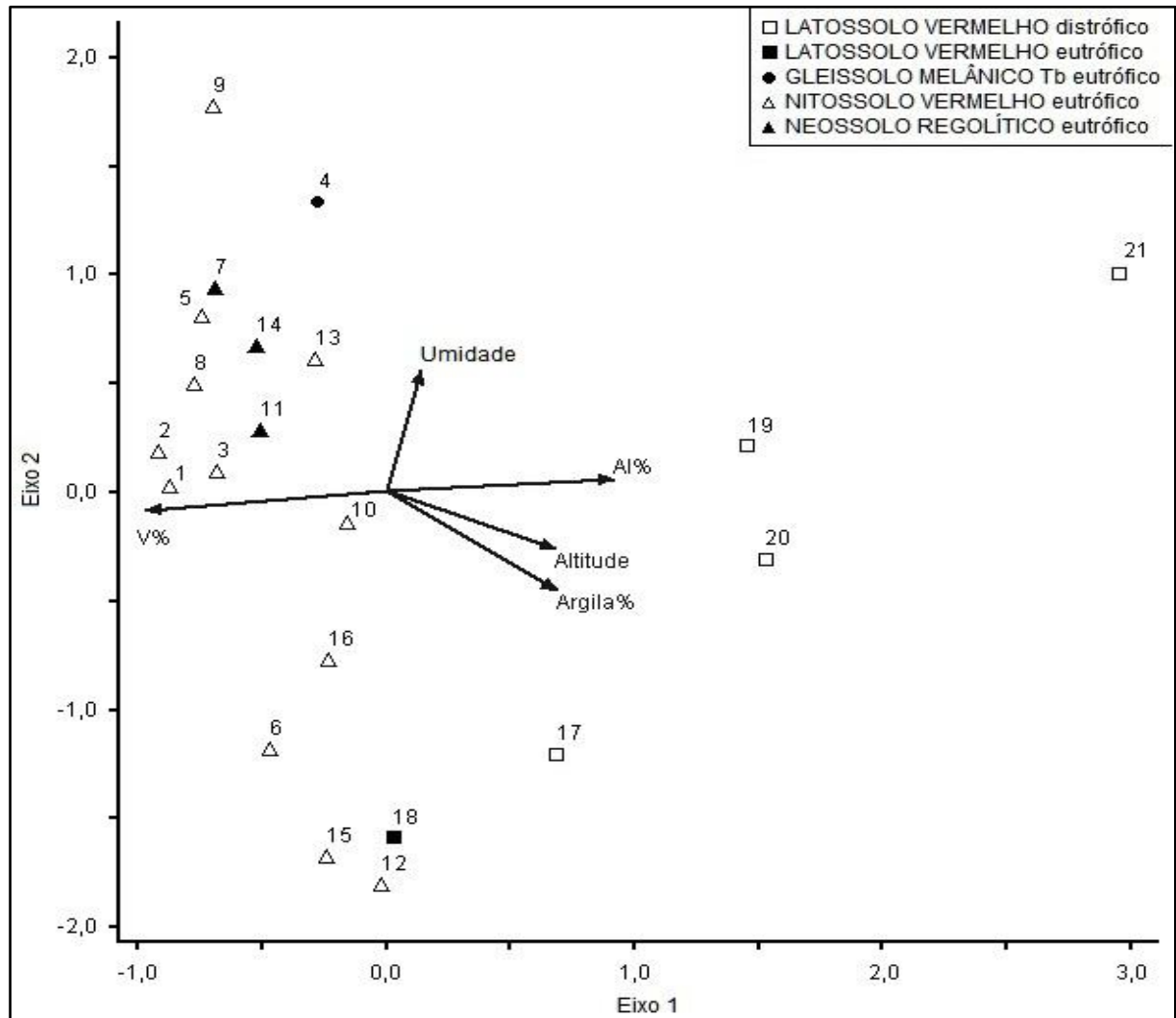


FIGURA 2.2 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO PARA A DISTRIBUIÇÃO DAS 21 PARCELAS NOS DOIS PRIMEIROS EIXOS DE ORDENAÇÃO PRODUZIDOS PELA CCA E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS, INDICADAS POR VETORES. V% - SATURAÇÃO POR BASES; AL% - SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO; ARGILA% - PERCENTUAL DE ARGILA.

A parcela 21 se destacou na extremidade direita do diagrama enquanto que, as parcelas 19 e 20, por apresentar menor $Al\%$, se posicionaram um pouco mais ao centro. A redução gradual do teor de argila associado à redução abrupta da $Al\%$ e de um patamar de altitude, bem como, o aumento da fertilidade no solo das parcelas 16 e 18, foram responsáveis pela posição das mesmas na porção inferior esquerda no diagrama. A parcela 17 apareceu mais a direita, resultado do solo distrófico observado.

A maior concentração de parcelas do lado esquerdo do diagrama foi resultado da predominância de solos de alta fertilidade com baixa saturação por alumínio nas regiões de menor altitude do PNI. A variação de umidade entre os ambientes desta região, no entanto, contribuiu fortemente para a dispersão das parcelas no diagrama.

Na porção superior foram posicionadas as parcelas quatro, cinco, sete, oito, nove e 13, que apresentaram alta umidade, bem como a parcela 14 que apresentou umidade intermediária. Um pouco mais abaixo, posicionadas próximas ao vetor $V\%$, se posicionaram as parcelas um, dois e três; resultado justificado pela baixa umidade e elevada fertilidade. As parcelas 10 e 11, mais ao centro, foram assim posicionadas devido à altitude e umidade intermediárias. Na porção inferior esquerda do diagrama foram posicionadas as parcelas seis, 12 e 15, justificadas principalmente pela baixa umidade.

Na Tabela 2.4 são apresentadas as espécies com seus respectivos códigos e valores canônicos “scores” para os dois primeiros eixos de ordenação. Estes valores foram utilizados para a construção do diagrama de ordenação das espécies onde podem ser mais bem observadas as suas respectivas relações com os vetores ambientais (FIGURA 2.3).

No diagrama, as espécies se distribuíram de forma dispersa e de acordo com as respectivas densidades nas parcelas. Quanto mais afastada do centro e próxima de um determinado vetor, maior foi a sua associação ao mesmo, bem como, aos demais vetores ambientais que compõem o eixo canônico. Quanto mais próxima do centro do diagrama, maior foi a tolerância (plasticidade) da espécie em relação às variáveis ambientais representadas pelo conjunto de vetores que compõem o diagrama.

Na porção direita do diagrama, foi observado um grupo, formado por espécies com score maior que 0,50 para o primeiro eixo de ordenação. O que reproduziu a maior densidade destas espécies nas parcelas 19, 20 e 21. Este grupo foi formado por *A. glandulosa* (2), *A. angustifolia* (6), *C. obliqua* (15), *I. paraguariensis* (35), *L. divaricata* (42), *M. elaeagnoides* (44), *M. clavigera* (45), *O. indecora* (51), *P. myrtifolia* (57), *S. recurva* (62), *S. acuminatus* (64) e *S. leprosus* (65).

TABELA 2.4 - ESPÉCIES COM DENSIDADE MAIOR OU IGUAL A 10 ÁRVORES, CÓDIGOS NUMÉRICOS (Cód.) E VALORES CANÔNICOS PARA OS DOIS PRIMEIROS EIXOS DE ORDENAÇÃO DA CCA.

Espécie	Cód.	Eixo 1	Eixo 2	Espécie	Cód.	Eixo 1	Eixo 2
<i>Acacia bimucronata</i> DC.	1	-0,54	-0,31	<i>Inga marginata</i> Willd.	36	-0,52	-0,03
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	2	1,05	-0,53	<i>Ixora venulosa</i> Benth.	37	0,03	-0,83
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	3	0,23	-0,25	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	38	0,33	-0,11
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., et al.) Hieron. Ex Niederl.	4	0,21	0,29	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	39	0,04	-0,22
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H. Rainer	5	0,19	0,34	<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. Ex Benth.	40	0,09	0,09
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	6	1,78	0,38	<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	41	-0,52	0,83
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	7	-0,02	-0,71	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	42	0,54	0,51
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	8	-0,41	-0,05	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	43	-0,21	0,25
<i>Banara tomentosa</i> Clos	9	0,14	0,22	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	44	1,39	0,44
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	10	-0,57	0,51	<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	45	1,21	-0,23
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	11	0,22	-0,21	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	46	0,13	-0,32
<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	12	-0,51	0,46	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	47	0,14	0,51
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Mart. Ex O. Berg.	13	-0,06	0,08	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	48	0,34	0,35
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	14	0,33	0,38	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	49	-0,37	0,06
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	15	1,12	0,47	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez.	50	-0,07	0,07
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	16	0,15	0,06	<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez.	51	1,49	0,10
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	17	-0,46	-0,49	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	52	0,38	-0,40
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	18	0,15	-0,05	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	53	0,11	0,04
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	19	-0,32	0,11	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	54	-0,56	0,35
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	20	-0,12	0,04	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	55	-0,27	-0,11
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbek*	21	-0,42	0,31	<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	56	0,15	-0,41
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J. S. Mill.	22	-0,55	0,70	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	57	0,67	-0,07
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	23	-0,24	-0,25	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	58	0,05	-0,26
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. Ex Steud.	24	-0,13	-0,08	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	59	-0,33	0,27
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	25	0,42	0,03	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Sm. & Downs	60	0,15	-0,39
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	26	0,13	0,53	<i>Seguiera guaranitica</i> Speg.	61	-0,52	0,27
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	27	-0,20	0,24	<i>Senegalia recurva</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	62	0,77	-0,09
<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand	28	-0,36	-0,68	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, et al.	63	0,09	-0,35
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	29	-0,41	0,54	<i>Styrax acuminatus</i> Pohl	64	2,27	0,38
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	30	-0,23	-0,70	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	65	0,85	0,21
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	31	-0,07	-1,21	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	66	0,04	0,32
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	32	-0,39	-0,52	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	67	-0,38	-0,03
<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.	33	-0,37	0,57	<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	68	0,00	-1,08
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	34	-0,35	-0,42	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	69	-0,52	0,49
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	35	2,08	0,34	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	70	-0,50	0,42

* Espécie exótica

Algumas espécies com score positivo para o primeiro eixo de ordenação, entre zero e 0,50, posicionaram-se na porção superior do diagrama, próximas ao vetor Umidade. Resultado que indicou uma recorrência destas espécies tanto nas parcelas de maior altitude, quanto nas parcelas com solos de maior fertilidade e maior umidade em menores altitudes. Foi o caso de *A. edulis* (4), *A. emarginata* (5), *Banara tomentosa* (9), *C. decandra* (14), *C. sylvestris* (16), *C. vernalis* (25), *Dalbergia frutescens* (26), *Lonchocarpus campestris* (40), *Myrsine umbellata* (47), *N. lanceolata* (48), *P. rigida* (53) e *Syagrus romanzoffiana* (66).

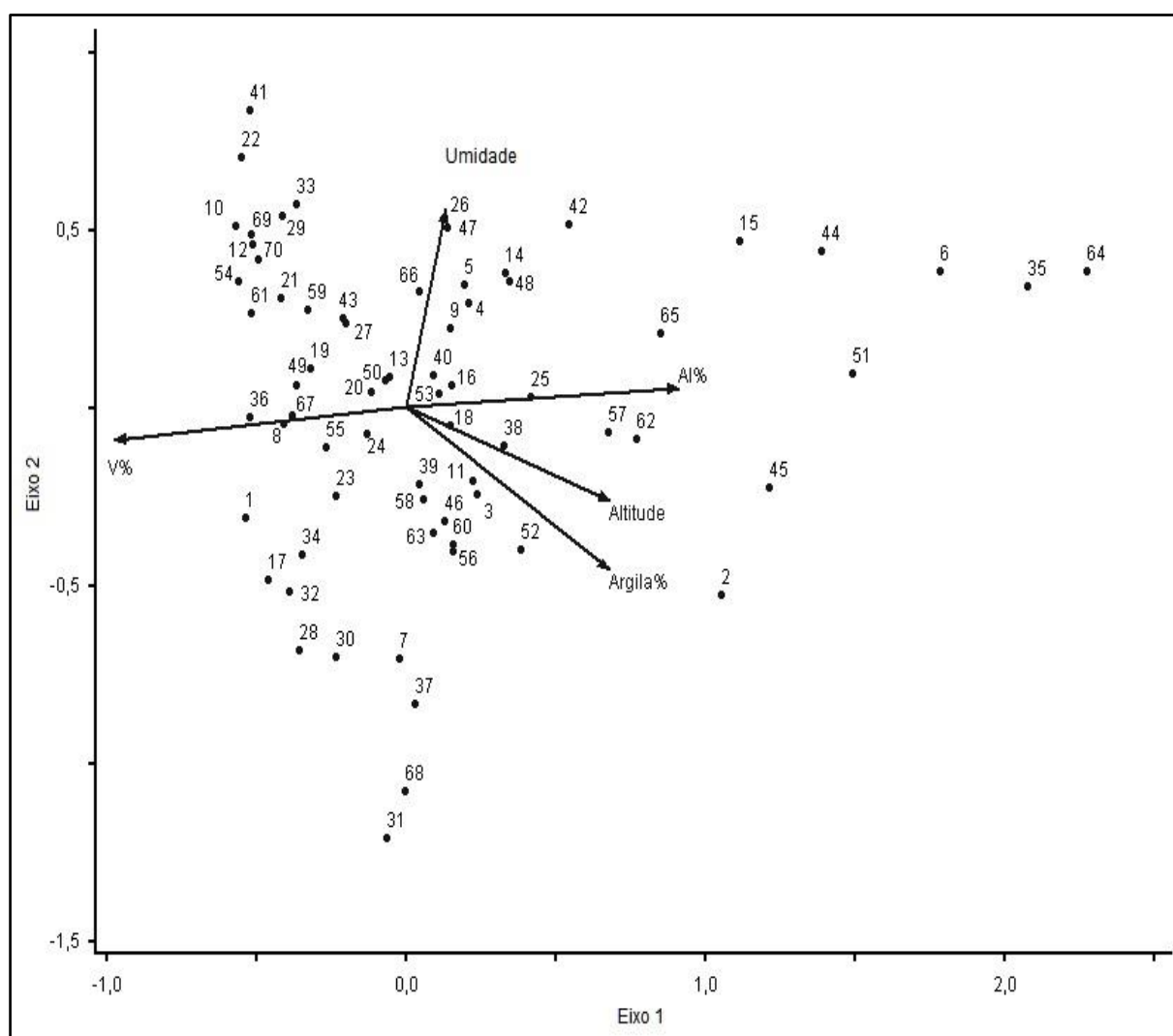


FIGURA 2.3 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO PARA A DISTRIBUIÇÃO DAS 70 ESPÉCIES NOS DOIS PRIMEIROS EIXOS DE ORDENAÇÃO PRODUZIDOS PELA CCA E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS, INDICADAS POR VETORES. ESPÉCIES REPRESENTADAS POR SEUS RESPECTIVOS CÓDIGOS NUMÉRICOS (TABELA 2.4); V% - SATURAÇÃO POR BASES; AL% - SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO; ARGILA% - PERCENTUAL DE ARGILA.

Um terceiro grupo, que aparece também associado de forma positiva ao primeiro eixo de ordenação, entre zero e 0,50, foi formado por espécies que se posicionaram na parte inferior do diagrama. Este grupo foi composto por espécies que apresentaram associação positiva com as maiores altitudes, mas que, habitaram também ambientes com solos férteis e baixa umidade, situados nas menores altitudes. As espécies deste grupo foram *A. triplinervia* (3), *C. canjerana* (11), *C. fissilis* (18), *J. micrantha* (38), *J. spinosa* (39), *M. frondosus* (46), *O. silvestris* (52), *P. carthagenensis* (58), *S. commersoniana* (60) e *S. bonplandii* (63).

Na porção esquerda do diagrama, desde a extremidade inferior até a região próxima ao vetor V%, se posicionaram espécies que apresentaram maior densidade nas parcelas um, dois, três, seis, 10, 11, 12, 15, 16, 17 e 18. Parcelas situadas desde as menores altitudes até altitudes intermediárias que apresentaram predominantemente alta fertilidade e baixa umidade. Fizeram parte deste grupo *A. bimucronata* (1), *A. polyneuron* (7), *B. riedelianum* (8), *C. pachystachya* (17), *C. gonocarpum* (19), *C. marginatum* (20), *C. ecalyculata* (23), *C. trichotoma* (24), *E. burkartiana* (28), *E. edulis* (30), *F. luschnathiana* (31), *G. kunthiana* (32), *H. balansae* (34), *I. marginata* (36), *I. venulosa* (37), *N. megapotamica* (49), *P. rivularis* (55), *T. catigua* (67) e *T. clausenii* (68). Neste grupo, espécies que se posicionaram mais à esquerda e acima foram menos tolerantes à variação de altitude e mais tolerantes à umidade, respectivamente.

Mais acima deste grupo de espécies, na porção superior do diagrama, ficaram posicionadas as espécies *B. densiflora* (10), *C. foliolosa* (12), *C. xanthocarpa* (13), *C. sinensis* (21), *C. americana* (22), *D. sorbifolia* (27), *E. subterminalis* (29), *H. omphalandra* (33), *L. nitidus* (41), *O. diospyrifolia* (50), *P. pennatifolius* (54), *S. brasiliensis* (59), *S. guaranitica* (61), *T. elegans* (69) e *U. baccifera* (70). Resultado justificado pela maior densidade nas parcelas quatro, cinco, sete, oito, nove, 13 e 14, as quais apresentaram como características marcantes, além da fertilidade, a alta umidade.

2.5 DISCUSSÃO

Caracterização Ambiental - Salamuni *et al.* (2002) descreveram que no PNI ocorrem rochas efusivas basálticas do tipo toleítico e, esporadicamente, ácidas a intermediárias, o que justificaria as variações do teor de micronutrientes e de

fertilidade nas parcelas. Os padrões geomorfológicos das cabeceiras de drenagem na região Norte e a formação de patamares à sua jusante foram também observadas por Muchailh *et al.* (2010), ao analisar padrões ambientais de uma bacia hidrográfica próxima ao PNI. Na região sul do PNI, a declividade suave ondulada e o afloramento do lençol freático foram frequentes, como Ferreira (1999) já havia destacado.

Ferreira (1999) também definiu para o Parque as mesmas classes de solo identificadas nas parcelas. Essa autora destacou ainda que a ocorrência de associações de horizonte A Chernozêmico ($V\% > 65\%$) com Nitossolos e Neossolos é comum, resultado do material de origem básico rico em minerais de alta fertilidade.

Abrangência Florística - Magurran (2011) fez considerações a respeito das vantagens de se tomar uma série de pequenas amostras, apresentada inicialmente por Mueller-Dambois e ElleMBERG (1974). Esta técnica de amostragem é bem aceita em estudos ecológicos da vegetação, de forma que, é observada a utilização de parcelas de 200 ou 400 m² (BUDKE *et al.*, 2007; HIGUCHI *et al.*, 2008; SCIPIONI *et al.*, 2012; FERREIRA-JÚNIOR *et al.*, 2007).

Neste trabalho, no entanto, foram utilizadas parcelas com maior superfície amostral e em pequeno número, devido ao menor custo e tempo de instalação, bem como, por diminuir eventuais erros de extrapolação para a unidade de área (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997; AUGUSTYNICZIK *et al.*, 2013). Fator que resultou em um grande número de espécies comuns entre as parcelas, apesar dos nichos ecológicos distintos, associados às variações ambientais, que as mesmas representaram.

Classificação da Vegetação - Oliveira-Filho e Fontes (2000) identificaram a temperatura e a umidade como fatores de maior importância na distribuição das espécies que compõem as diferentes formações vegetais do Sudeste e Sul do Brasil. Coll *et al.* (2013) mencionaram também que o sucesso de adaptação de espécies foi afetado pelas variáveis ambientais temperatura, regime de chuvas, topografia e solos, variando não apenas na ocorrência, mas sim em termos de densidade, dominância, regeneração e mortalidade.

Da mesma forma, a classificação realizada por meio da *TWINSPAN* no PNI identificou espécies indicadoras e grupos preferenciais presentes nas parcelas alocadas em diferentes condições ambientais, onde foi observada inicialmente a separação de florestas submontanas e montanas, nas menores e maiores altitudes,

respectivamente. Na segunda divisão foram separadas as parcelas localizadas nos vales e platôs das florestas submontanas, expressando a influência da umidade na distribuição das espécies. Por tratar-se de uma região de Ecótono, as parcelas acima de 700 m de altitude foram separadas das parcelas da FES Montana apenas na segunda divisão, uma vez que a espécie indicadora na primeira divisão, *M. clavigera*, foi recorrente em ambos os grupos de parcelas.

Kent e Coker (1992) descreveram que o autovalor de uma divisão na *TWINSPAN* deve ser superior a 0,30 para que a mesma tenha significado ecológico. Nas divisões criadas para as parcelas do PNI, no entanto, este valor foi inferior a 0,30, resultado justificado pela sobreposição de muitas espécies nos grupos e subgrupos formados e que, por sua vez, foi associada ao estágio de preservação da vegetação analisada e à plasticidade da maioria das espécies estacionais. A superfície das parcelas, superiores àquelas tradicionalmente usada para estudos ecológicos que embasaram a definição deste valor, também poderia justificar esse resultado.

O termo ecótono foi utilizado somente para as florestas localizadas acima de 700 m de altitude, pois, nas parcelas desta região espécies estacionais foram observadas em meio a espécies que caracterizam a FOM, entre elas, *A. angustifolia*, *I. paraguariensis* e *M. clavigera*. Acrescenta-se ainda que, *B. riedelianum*, espécie típica de florestas estacionais e que ocorreu em grandes densidades até 650 m de altitude, não teve nenhum representante nestas parcelas.

Distribuição que foi atribuída à redução na fertilidade do solo, a qual, de forma análoga, limitou *A. angustifolia* e *I. paraguariensis* na FES Montana. A maior interiorização no continente e o seu correspondente aumento nas temperaturas médias, comparativamente às regiões centrais do Sul do Brasil pode também ter contribuído para este resultado, visto que nestas regiões a *A. angustifolia* pode ser observada em menores altitudes (GASPER *et al.* 2013).

Péllico Netto *et al.* (1968) realizaram a caracterização da vegetação do PNI por meio de fotografias aéreas e identificaram a existência de florestas dominadas por *A. angustifolia* nos vales dos maiores rios na região Norte, estendendo-se por altitudes próximas de 500 m. Fato que pode ser justificado pelo sentido norte-sul dos vales e a consequente redução da incidência de raios solares, o que permite a manutenção de menores temperaturas por um maior período ao longo do dia e

contribui para a manutenção da umidade no ambiente, representada pela formação de neblina (FIGURA 2.4); característica que também foi descrita por Ferreira (1999).

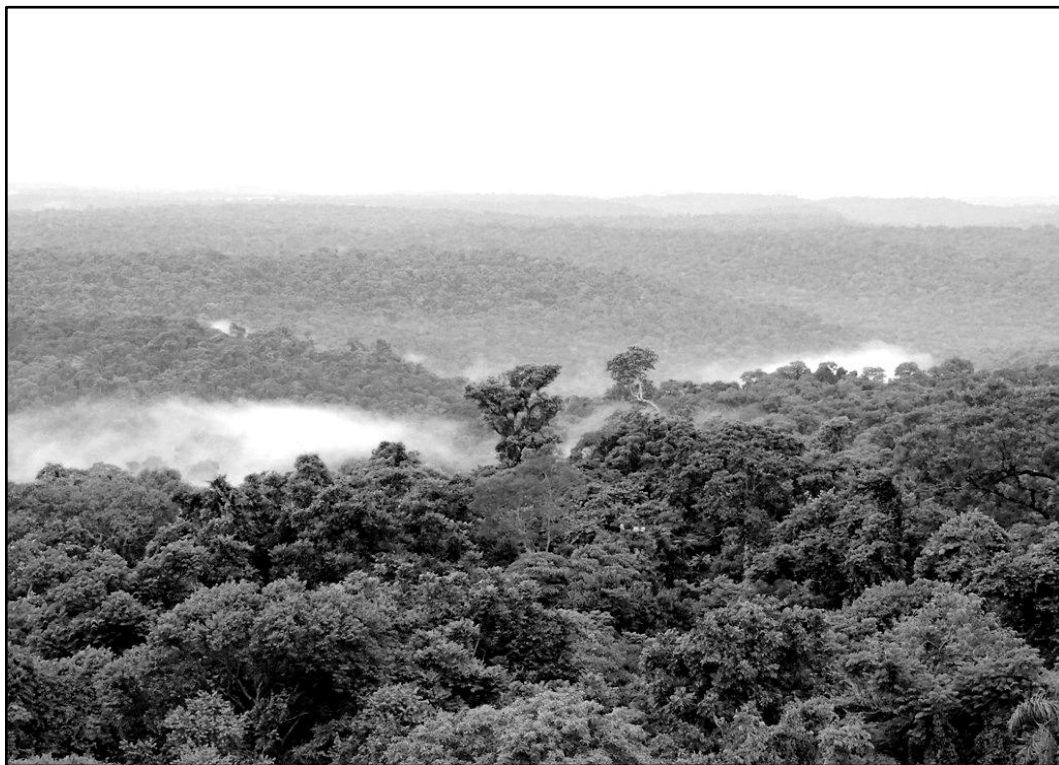


FIGURA 2.4 - NEBLINA OBSERVADA PELA MANUTENÇÃO DE TEMPERATURA MAIS FRIA AO LONGO DA MANHÃ NOS VALES DA REGIÃO ENTRE ALTITUDES DE 500 E 700 M NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU. VISTA DA TORRE DE INCÊNDIO NO POSTO DE INFORMAÇÃO E CONTROLE NO MUNICÍPIO DE CÉU AZUL. Fonte: O AUTOR.

Para o subgrupo denominado FES Montana foi observado que as espécies preferenciais são recorrentes também nas florestas submontanas, selecionadas como preferenciais porque no segundo nível de divisão foi levado em consideração apenas o grupo positivo, com altitude acima de 600 m. Nas parcelas desta região, a classificação da FES Montana pela recorrência de *M. clavigera* e a ausência de espécies estacionais preferenciais de baixa altitude parece ser mais apropriada que o uso de espécies estacionais indicadoras, exclusivas de maior altitude.

Silva e Soares-Silva (2000) e Bianchini *et al.* (2003) trabalharam em florestas de menores latitudes que o PNI, entre 500 e 650 m de altitude na região Norte do Paraná, e identificaram a ocorrência de espécies definidas como preferenciais pela *TWINSPAN* nas FES Submontanas do Parque, entre elas, *C. americana* e *B. densiflora*. Borgo (1999) identificou a presença de *U. baccifera* em uma FES Submontana, também no Norte do Paraná.

Scipioni *et al.* (2011) trabalharam em florestas estacionais no Noroeste do Rio Grande do Sul, amostrando apenas altitudes próximas a 520 m. Esses autores identificaram poucas espécies semelhantes às preferenciais das florestas submontanas no PNI e, as que ocorreram apresentaram baixas densidades, entre elas, *C. americana* e *U. baccifera*, reforçando a preferência destas espécies na FES Submontana.

Outras duas espécies, *H. omphalandra* e *I. marginata*, estavam presentes no trabalho de Scipioni *et al.* (2011), no entanto, estas espécies juntamente com *E. subterminalis* e *L. nitidus*, são encontradas frequentemente em florestas ombrófilas (SAUERESSIG, 2012; GASPER *et al.*, 2013), o que as desqualifica como preferenciais de FES Submontana. Ríos *et al.* (2010) identificaram a presença com alta importância de *P. pennatifolius*, o que também não permite sua definição como preferencial de florestas submontanas.

Dentre as espécies do grupo de preferenciais de FES Submontana consta ainda *A. bimucronata*, presente, conforme Carvalho (2004), apenas em ambientes submontanos. Sugere-se então que esta espécie, juntamente com *B. densiflora*, *C. americana*, *C. pachystachya* e *U. baccifera*, sejam usadas como indicadoras deste tipo de ambiente.

A ausência de ambientes aluviais com solos hidromórficos entre altitudes de 300 e 600 m no PNI é resultado do relevo movimentado, pois os rios localizados nesta região ficam encravados nas falhas geológicas, no fundo dos vales fortemente ondulados. Esta característica geomorfológica somada à orientação geográfica dos vales, no entanto, alterou a umidade do ambiente e favoreceu, da mesma forma que favoreceu a ocorrência de espécies ombrófilas até altitudes próximas a 500 m, a diferenciação das parcelas nos subgrupos 2a e 2b.

Subgrupos que foram denominados por FES Submontana Úmida e Típica, respectivamente para o que Scipioni *et al.* (2013) nomearam de Floresta Estacional Decidual (FED) Aluvial/Submontana e FED Submontana, ao analisar a fitossociologia de um gradiente topográfico na depressão central do Rio Grande do Sul, entre 15 e 100 m de altitude.

Na divisão destas subformações, *S. brasiliensis* foi a espécie indicadora na FES Submontana Úmida e as respectivas espécies preferenciais foram *B. tomentosa*, *C. obliqua*, *C. americana*, *C. vernalis*, *D. frutescens*, *E. subterminalis*, *L. nitidus*, *M. elaeagnoides*, *M. frondosus*, *S. commersoniana*, *S. guaranitica* e *T.*

elegans; muitas encontradas também em florestas ombrófilas. Destas espécies, apenas *C. obliqua* e *E. subterminalis* não foram encontradas por Bianchini *et al.* (2003) em um estudo de FES Submontana Alagável no norte do Paraná. Estas duas espécies, somadas a *M. frondosus* e *S. guaranitica*, também não foram encontradas por Scipioni *et al.* (2013); as demais espécies foram recorrentes na FED Aluvial/Submontana do trabalho destes autores.

Dentre as espécies preferenciais nas regiões de FES Submontana Típica, foram identificadas em comum com os trabalhos de Borgo (1999) e Silva e Soares-Silva (2000), para a mesma FES Submontana Típica do Norte do Paraná, *A. polyneuron*, *A. glandulosa*, *G. kunthiana* e *I. marginata*. Outra espécie recorrente no PNI foi *T. clausenii*, a qual aparece com grande relevância em florestas não aluviais analisadas nos trabalhos de Jarenkow e Waechter (2001), Scipioni *et al.* (2011) e Scipioni *et al.* (2013). Estes últimos autores identificaram também *S. bonplandii* e *C. ecalyculata* na formação Submontana da FED, corroborando com os resultados encontrados no PNI.

Ao contrário dos resultados obtidos por Silva *et al.* (2003), parcelas com declividade ondulada e fortemente ondulada, posicionadas nas encostas, foram agrupadas pela similaridade florística com parcelas posicionadas na base das rampas de drenagem. Nas regiões submontanas do PNI, os solos apresentam uma textura homogênea e baixos teores de areia o que, consequentemente, resulta numa menor drenagem mesmo em locais acidentados, o que poderia justificar este resultado. A maior umidade nas parcelas, associada à orientação geográfica norte-sul dos vales onde as parcelas estavam situadas pode também ter contribuído para este resultado.

De forma oposta, a incidência de raios solares por um maior período do dia reduz a umidade nos vales orientados no sentido oeste-leste. Provável causa da redução na densidade de espécies de ambientes úmidos e consequente agrupamento de duas parcelas situadas, uma na base (10) e outra na encosta (11), em uma rampa de drenagem na FES Submontana Típica.

Foi observada ocorrência de árvores das espécies preferenciais da FES Submontana Úmida na FES Submontana Típica ao ponto de apenas uma espécie, *C. vernalis*, ser exclusiva da subformação Úmida. Da mesma forma, oito das 13 espécies preferências da FES Submontana Típica ocorreram na FES Submontana Úmida; as espécies exclusivas da subformação Típica foram *A. glandulosa*, *A.*

bimucronata, *O. indecora*, *G. kunthiana* e *F. luschnathiana*. Resultado que reforça a efetividade da *TWINSPAN* na classificação das parcelas na vegetação mesmo quando há sobreposição de espécies nas parcelas e, consequentemente, o autovalor das divisões é baixo.

Ordenação da Vegetação - A análise de correspondência canônica explicou uma variação total de 29,20%, indicando que a distribuição das espécies apresentou muita variância não explicada, resultado comum em estudos de vegetação (TER BRAAK, 1987). Os eixos canônicos, no entanto, não foram comprometidos, pois, não foram observadas diferenças significativas entre as matrizes de dados pelo teste de permutação de Monte Carlo.

Botrel *et al.* (2002) encontraram resultados próximos aos do presente estudo ao analisar uma matriz de 48 espécies e quatro variáveis ambientais, totalizando 27,20% da variância total explicada pelos dois primeiros eixos de ordenação. Ferreira-Júnior *et al.* (2007) explicaram mais que 50% da variância com uma matriz de 28 espécies e cinco variáveis ambientais. Esses autores obtiveram autovalores de 0,37 e 0,17, respectivamente, para os dois primeiros eixos de ordenação, os quais explicaram 38,70 e 17,70%.

Cordeiro (2010) também encontrou valores superiores para a variância explicada pelos eixos de ordenação ao analisar uma matriz de 25 espécies e cinco variáveis ambientais, chegando a 79,80%. Nota-se, ao comparar estes trabalhos, que há uma relação negativa entre o número de espécies analisadas e a respectiva variância explicada.

No diagrama de ordenação, as parcelas e espécies arbóreas se distribuíram associadas aos vetores ambientais de forma semelhante ao agrupamento realizado por meio da *TWINSPAN*. Na porção direita, associadas à maior altitude e solos de baixa fertilidade com alto teor de alumínio, se posicionaram as parcelas e respectivas espécies indicadas como preferenciais do Ecótono FOM/FES, entre elas, *A. angustifolia*, *C. obliqua*, *I. paraguariensis*, *M. elaeagnoides*, *O. indecora* e *S. acuminatus*. Nota-se que espécies estacionais não se posicionaram nesta região do diagrama, fato que já era esperado e que esteve associado às maiores densidades nas florestas de menor altitude.

Reissman *et al.* (1999) identificaram *I. paraguariensis* ocorrendo em solos ácidos com elevado teor de alumínio. Cordeiro (2010), por sua vez, identificou *A. angustifolia* em solos profundos do tipo Latossolo Bruno e Cambissolo Húmico, este

último com altos teores de *AP*%. Outros pesquisadores que também identificaram *A. angustifolia* associada a solos com maior acidez e teores de alumínio foram Silva *et al.* (2012).

Na porção inferior, as parcelas 16, 17 e 18, agrupadas e caracterizadas na FES Montana, se aproximaram das parcelas seis, 12 e 15 que, por sua vez, foram caracterizadas na FES Submontana Típica juntamente com as parcelas um, dois, três, 10 e 11. Resultado da associação entre o aumento da fertilidade do solo, redução na altitude e menor umidade, favorecendo a ocorrência de *A. polyneuron*, *F. luschnathiana*, *G. kunthiana*, *H. balansae* e *T. clausenii*, espécies preferenciais em ambas as formações vegetais. *E. edulis* também foi recorrente nestas parcelas, no entanto, excluída da classificação da vegetação devido a exploração ilegal observada no Parque (FERREIRA, 1999).

Holz *et al.* (2009) identificaram *G. kunthiana* e *E. edulis* em solos bem drenados. *E. edulis*, somada à *A. triplinervia* e *T. clausenii* aparecem também no trabalho de Jarenkow e Waechter (2001). Del Quiqui *et al.* (2007) encontraram em um platô de FES Submontana *H. balansae* e *A. polyneuron*. Costa Filho *et al.* (2006), por sua vez, citaram *A. polyneuron* e *B. riedelianum* em mesmas condições ambientais. Outra espécie posicionada nesta região do diagrama foi *M. frondosus*, encontrada também por Scipioni *et al.* (2011) em uma FED Submontana e por Saueressig (2012) em florestas ombrófilas.

Oliveira-Filho *et al.* (1994) e Botrel *et al.* (2002) citaram que é preciso ter cautela na interpretação de determinadas correlações entre espécies e variáveis ambientais na CCA. Um exemplo disto é *S. commersoniana*, que se posicionou na parte inferior central do diagrama e, conhecidamente, é uma espécie preferencial de ambientes úmidos (BOTREL *et al.*, 2002; BARDDAL *et al.*, 2004; SCIPIONI *et al.*, 2013). Seu posicionamento nesta porção do diagrama foi explicado pela preferência da espécie por florestas de maior altitude com solos hidromórficos, locais não amostrados neste levantamento.

Na porção superior do diagrama, o vetor Umidade contribuiu fortemente para posicionar as parcelas quatro, cinco, sete, oito, nove, 13 e 14, classificadas e caracterizadas em FES Submontana Úmida por meio da *TWINSPAN*. Corroborada pela posição de espécies como *C. americana*, *L. nitidus*, *M. stipitatum*, *T. elegans* e *S. brasiliensis* nesta mesma região do diagrama.

Destas espécies, Scipioni *et al.* (2013) em uma FED Submontana Aluvial identificaram *C. americana*, *L. nitidus*, *M. stipitatum* e *S. brasiliensis*. Esta última, citada também como espécie preferencial de ambientes úmidos por outros autores (BOTREL, *et al.* 2002; BARDDAL *et al.*, 2004). Costa Filho *et al.* (2006) encontraram altas densidades de *B. densiflora* em um Neossolo Flúvico, corroborando também a distribuição desta espécie no diagrama.

Influenciadas pela ocorrência nas parcelas alocadas na FES Submontana Úmida, as espécies associadas de forma positiva ao primeiro eixo de ordenação *A. edulis*, *C. decandra*, *C. obliqua*, *D. frutescens*, *L. divaricata*, *M. elaeagnoides*, *M. umbellata*, *S. leprosus* e *S. romanzoffiana* se posicionaram na porção superior do diagrama entre os vetores Umidade e *AP%*. Estas espécies são comumente observadas em ambientes aluviais e cabeceiras de drenagem tanto em florestas estacionais de baixa altitude como em ombrófilas (BOTREL *et al.*, 2002; ARAUJO *et al.*, 2004; BARDDAL *et al.*, 2004; CURCIO, 2007; GIEHL e JARENKOW, 2008; SILVA *et al.*, 2012; SCIPIONI *et al.*, 2013).

Para as espécies que apresentaram baixo valor canônico para ambos os eixos de ordenação, situadas próximas ao centro do diagrama, foi atribuída maior plasticidade. Muitas destas espécies apareceram também nos grupos não preferenciais das divisões realizadas na *TWINSPAN*, foi o caso de *C. canjerana*, *C. xanthocarpa*, *C. sylvestris*, *C. fissilis*, *C. marginatum*, *C. trichotoma*, *L. campestris*, *O. diospyrifolia* e *P. rigida*. Scipioni *et al.* (2013) identificou transitando em ambientes de diferente condição hídrica *C. marginatum*, *C. trichotoma*, *C. xanthocarpa* e *C. sylvestris*. Ríos *et al.* (2010) destacaram também em suas discussões que *C. canjerana* e *C. fissilis* apresentam ampla dispersão, citam sua ocorrência desde a Bacia Amazônica até o nordeste da Argentina.

2.6 CONCLUSÕES

A classificação das parcelas na vegetação realizada por meio da *TWINSPAN* foi compatível com a distribuição das parcelas e espécies no diagrama de ordenação criado pela CCA, devendo algumas espécies preferenciais identificadas ser analisadas com cautela. Com base em ambas as análises multivariadas foi possível afirmar que o Parque Nacional do Iguaçu se caracteriza por um mosaico de ambientes onde a distribuição das espécies é controlada por

variações térmicas, hídricas e de fertilidade, resultado do gradiente de altitude, geomorfologia e material de origem dos solos.

A maior altitude no extremo norte do Parque, com sua respectiva redução na temperatura média e maior umidade, somada à redução na fertilidade e aumento nos teores de alumínio do solo, favoreceram a ocorrência de espécies típicas das florestas ombrófilas. Por toda extensão Central e Sul do Parque, as maiores temperaturas e a elevada fertilidade nos solos foram preferenciais à ocorrência de espécies estacionais. Nestas regiões, a variação na umidade regida pela geomorfologia e proximidade aos rios afetou a distribuição da maioria das espécies e permitiu a divisão da FES Submontana em florestas Típicas, que recobrem os platôs e vales de pequenos rios orientados no sentido oeste-leste, e florestas Úmidas, que recobrem os vales dos maiores rios orientados no sentido norte-sul.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; BARROS, P. L. C.; FRANCO, S. Análise de Agrupamento da Vegetação de um Fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 133-147, 2004.

AUGUSTYNICZIK, A. L. D.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO-FILHO, A.; NETTO, S. P. Avaliação do Tamanho de Parcelas e de intensidade de Amostragem em Inventários Florestais. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 361-368, 2013.

BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Fitossociologia do Sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no Município de Araucária, PR. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 35-45, 2004.

BIANCHINI, E.; POLOPO, R. S.; DIAS, M. C.; PIMENTA, J. A. Diversidade e Estrutura de Espécies Arbóreas em Área Alagável do Município de Londrina, Sul Do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. v. 17, n. 3, p. 405-419, 2003.

BOTREL, R. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do Solo e Topografia sobre as Variações da Composição Florística e Estrutura da Comunidade Arbórea-arbustiva de uma Floresta Estacional Semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 195-213, 2002.

BORG, M. **Caracterização do Componente Arbóreo de um Remanescente de Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Parque Estadual de Vila Rica do Espírito Santo, Fênix – PR**. 51 f. (Monografia) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica. Curitiba. 1999.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Relationships Between Tree Component Structure, Topography and Soils of a Riverside Forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, v. 189, p. 187-200, 2007.

CARVALHO, P. E. R. Maricá - *Mimosa bimucronata*. **Circular Técnica 94**. EMBRAPA, 2004, 10 p.

COLL, M.; PEÑUELA, J.; NINYEROLA, M.; PONS, X.; CARNICER, J. Multivariate Effect Gradients Driving Forest Demographic Responses in the Iberian Peninsula. **Forest Ecology and Management**, v. 303, p. 195-209, 2013.

CORDEIRO, J. **Compartimentação Pedológico-Ambiental e sua Influência sobre a Florística e Estrutura de um Remanescente de Floresta Ombrófila Mista na Região Centro-Sul do Paraná**. 214 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2010.

COSTA FILHO, L. V.; NANNI, M. R.; CAMPOS, J. B. Floristic and Phytosociological Description of a Riparian Forest and the Relationship with the Edaphic Environment in Caiuá Ecological Station, Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 5, p. 785-798, 2006.

CURCIO, G. R.; GALVÃO, F.; BONNET, A.; BARDDAL, M. L.; DEDECEK, R. A. A Floresta Fluvial em dois Compartimentos do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Floresta**, v. 37, n. 2, p. 125-147, 2007.

DEL QUIQUI, E. M.; MARTINS, S. S.; SILVA, I. C.; BORGHI, W. A.; SILVA, O. H.; SAKURAGUI, C. M. PACHECO, R. B. Estudo Fitossociológico de um Trecho da Floresta Estacional Semidecidual em Diamante do Norte, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientia Agronômica**, v. 29, n. 2, p. 283-290, 2007.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. da S.; MACHADO, E. L. M. Análise Multivariada: Princípios e Métodos em Estudos de Vegetação. In: _____. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**, v.1, 556 p. Viçosa: UFV, 2011. Cap. 4. p. 122-155.

FERREIRA, L. M. **Caracterização Ambiental do Parque Nacional do Iguaçu e sua Zona de Transição: Encarte 5, com Vistas à Revisão do Plano de Manejo**. Brasília, 1999.

FERREIRA-JÚNIOR, W. G.; SILVA, A. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MEIRA NETO, J. A. A.; DIAS, A. S.; IGNACIO, M.; MEDEIROS, M. C. M. P. Influence of Soils and Topographic Gradients on Tree Species Distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 64, n. 2, p. 137-157, 2007.

GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C.; SOBRAL, M.; UHLMAN, A.; LINGNER, D. V.; RIGON-JÚNIOR, M. J.; VERDI, M.; STIVAL-SANTOS, A.; DREVECK, S.; KORTE, A. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Espécies da Floresta Ombrófila Mista. **Rodriguésia**, v. 64, n. 2, p. 201-210, 2013.

GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, J. A. Gradiente Estrutural no Componente Arbóreo e Relação com Inundações em uma Floresta Ribeirinha, Rio Uruguai, Sul do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 741-753, 2008.

HIGUCHI, P. OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SILVA, A. C.; MACHADO, E. L. M.; SANTOS, R. M.; PIFANO, D. S. Dinâmica da Comunidade Arbórea em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana em lavras, Minas Gerais, em Diferentes Classes de Solos. **Árvore**, v. 32, n. 3, p. 417-426, 2008.

HILL, M. O.; BUNCE, R. G. H.; SHAW, M. W. Indicator Species Analysis, a Divisive Polythetic Method of Classification and its Application to a Survey of Native Pinewoods in Scotland. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 63, n. 2, p. 597-613, 1975.

HOLZ, S.; PLACCI, G. P.; QUINTANA, R. D. Effects of History of use on secondary Forest regeneration in the Upper Parana Atlantic Forest (Misiones, Argentina). **Forest Ecology and Management**, v. 258, p. 1629-1642, 2009.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Manuais Técnicos em Geociências. ed. 2. Rio de Janeiro, 2012.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, Estrutura e Relações Florísticas do componente Arbóreo de uma Floresta Estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 3, p. 263-272, 2001.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation Description and Analysis, a Pratical Approach**. London: Belhaven Press, 1992.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In:____. **Geografia do Brasil: Região Sul**. IBGE, Rio de Janeiro, v. 2, p.113-150, 1990.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. VIANNA, D. M. (trad.). Curitiba: UFPR, 2011.

MARCUZZO, S. B.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Estrutura e Relações Ambientais de Grupos Florísticos em Fragmento de Floresta Estacional Subtropical. **Árvore**, v.37, n.2, p.275-287, 2013.

MARQUES, M. C. M.; SWAINE, M. D.; LIEBSCH, D. Diversity Distribution and Floristic Differentiation of the Coastal Lowland Vegetation: Implications for the Conservation of the Brazilian Atlantic Forest. **Biodivers Conserv**, v. 20, p. 153-168, 2011.

MCCUNE, B. AND M. J. MEFFORD.. **PC-ORD**. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A. 2011.

MUCHAILH, M. C.; RODERJAN, C. V.; CAMPOS, J. B.; MACHADO, A. L. T.; CURCIO, G. R.. Metodologia de Planejamento de Paisagens Fragmentadas Visando a Formação de Corredores Ecológicos. **Floresta**, v. 40, n. 1, p. 147-162. 2010.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley, 1974.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; GAVILANES, M. L.; CARVALHO, D. A.. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 51, p. 355-389, 1994.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forest in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

PALMER, M. W. Putting Things in Even Better Order: the Advantages of Canonical Correspondence Analysis. **Ecology**, v. 74, n. 8, p. 2215-2230, 1993.

PÉLLICO NETTO, S.; *et al.* **Inventário de Reconhecimento do Parque Nacional do Iguaçu**. Curitiba, Centro de Pesquisas Florestais da Universidade Federal do Paraná e Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1968.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 1997.

REISSMANN, C. B.; RADOMSKI, M. I.; QUADROS, R. M. B. Chemical Composition of *Ilex paraguariensis* St. Hil. Under Different Management Conditions in Seven Localities of Paraná State. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, n. 2, p. 187-194, 1999.

RÍOS, R. C.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R.; Estructura de las Principales Especies Arbóreas en el Parque Cruce Caballero y su Similitud Florística con Areas de Argentina y de Brasil. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 193-206, 2010.

SALAMUNI, R; SALAMUNI, E; ROCHA, L, A; ROCHA, A. L. Parque Nacional do Iguaçu. Cataratas de fama mundial. In: _____. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. DNPM, CPRM e SIGEP, Brasília: DNPM, 2002.

SANCHEZ, M.; PEDRONI, F.; EISENLOHR, P. V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Changes in Tree Community Composition and Structure of Atlantic Rain Forest on a Slope of the Serra do Mar Range, Southeastern Brazil, from Near Sea Level to 1000 m of Altitude. **Flora**, v. 208, p. 184-196, 2013.

SAUERESSIG, D. **Levantamento Dendrológico na Floresta Ombrófila Mista e Implementação de um Sistema de Identificação "Online"**. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2012.

SCIPIONI, M. C.; FINGER, C. A. G.; CATARELLI, E. B.; DENARDI, L.; MEYER, E. A. Fitossociologia em Fragmento Florestal no Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 407-417, 2011.

SCIPIONI, M. C.; LONGHI, S. J.; BRANDELERO, C.; PEDRON, F. A.; REINERT, D. J. Análise Fitossociológica de um Fragmento de Floresta Estacional em uma Catena

de Solos no Morro do Cerrito, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 457-466, 2012.

SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição Florística e Estratégias de Dispersão e Regeneração de Grupos Florísticos em Florestas Estacionais Deciduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, v. 43, n. 2, p. 241 - 254, 2013.

SILVA, F. C.; SOARES-SILVA, L. H. Arboreal flora of the Godoy Forest State Park, Londrina, PR. Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 57, n. 1, p. 107-120. 2000.

SILVA, V. F.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACEDO, R. L. G.; CARVALHO, W. A. C.; VAN DEN BERG, E. Caracterização Estrutural de um Fragmento de Floresta Semidecídua no Município de Ibituruna, MG. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 92-106, 2003.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; AGUIAR, M. D.; NEGRINI, M.; NETO, J. F.; HESS, A. F. Relações Florísticas e Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Mista Montana Secundária em Lages, Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 193-206, 2012.

SONDA, C.; TRAUZYNSKI, S. C. **Reforma Agrária e Meio Ambiente: Teoria e Prática no Estado do Paraná**. Curitiba: ITCG, 2010.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical Correspondence Analysis: a New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Analysis. **Ecology**, v. 67, p. 1167-1179, 1986.

TER BRAAK, C. J. F. The Analysis of Vegetation Environment Relationships by Canonical Correspondence Analysis. **Vegetatio**, v. 69, n. 3, p. 69-77, 1987.

WANG, X.; KENT, M.; FANG, X. Evergreen Broad-leaved Forest in Eastern China: Its Ecology and Conservation and the Importance of Resprouting in Forest Restoration. **Forest Ecology and Management**, v. 245, p. 76-87, 2007.

3 FITOSSOCIOLOGIA E ESTÁGIO SUCESSIONAL DA VEGETAÇÃO ARBÓREA NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU

3.1 RESUMO

O Parque Nacional do Iguaçu (PNI) representa um importante fragmento de vegetação remanescente do Bioma Mata Atlântica, considerado, pela sua extensão, o maior Parque extra-amazônico brasileiro. Após 75 anos de sua criação, a falta de estudos científicos nesta Unidade de Conservação limita o conhecimento sobre a ecologia de suas florestas e impede avanços para melhoria das técnicas de manejo, restauração e conservação de áreas florestais remanescentes e degradadas na região de seu entorno. Neste contexto, foi realizado inventário fitossociológico da vegetação arbórea por meio de parcelas permanentes considerando as variações geomorfológicas ao longo do gradiente altitudinal existente. Nas 21 parcelas instaladas, com 2.000 m² cada, foram mensuradas 4.299 árvores, distribuídas em 167 espécies, 108 gêneros e 48 famílias. Destacaram-se com maior importância fitossociológica ao longo das formações vegetais *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Cordia americana* (L.) Gottschling & J. S. Mill., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez., *Nectandra lanceolata* Nees & Mart. e *Euterpe edulis* Mart.. As florestas, de modo geral, foram classificadas em estágios avançados de sucessão ecológica. Na região central foram observadas as florestas mais preservadas; as regiões sul e extremo norte, devido à intensa exploração antes da criação do PNI, ainda necessitam de tempo para que retornem ao seu estado original.

Palavras-Chave: Diversidade; Equabilidade; Grupos ecológicos; Valor de cobertura.

3.2 INTRODUÇÃO

A expressiva variabilidade biológica, somada à paisagem singular de rara beleza cênica das Cataratas do Iguaçu e sua estrutura voltada para o turismo ecológico, torna o PNI um exemplo de integração entre a conservação e o uso racional dos recursos naturais. Atualmente encontra-se integralmente protegido e

abriga o maior remanescente florestal do bioma Mata Atlântica no Sul do Brasil, caracterizado em sua maior parte pela Floresta Estacional Semidecidual (FES).

Apesar da efetividade que se observa hoje em relação às restrições de acesso e exploração impostas pelos órgãos ambientais brasileiros visando sua preservação, anteriormente à criação do Parque, em 1939, já havia ocupação humana no local. Encontravam-se ali inúmeras fazendas, em especial na porção sul e sudoeste, próximo às Cataratas do Iguaçu, onde ocorreu o estabelecimento de cultivos agrícolas e pastagens. A exploração seletiva de madeira no restante do Parque, ao contrário, deixou remanescentes florestais fragmentados por toda a região, causando o quase desaparecimento de algumas espécies mais procuradas em função das propriedades da madeira (FERREIRA, 1999).

Péllico Netto *et al.* (1968) realizou o primeiro levantamento florestal de reconhecimento do PNI, citado como referencia no Plano de Manejo da UC (IBDF/FBCN, 1981). Ziller (1998), por sua vez, realizou um inventário florístico de reconhecimento da vegetação de toda a superfície do Parque para fins da revisão do Plano de Manejo (FERREIRA, 1999). Dentre os resultados, esta autora identificou a presença de um mosaico com diferentes formações vegetais, bem como, os ambientes apresentavam ampla diversidade de espécies e estágios de sucessão. Marcuzzo *et al.* (2013) destacaram sobre este aspecto que as florestas estacionais são complexas em sua ecologia e apresentam diferentes relações entre grupos de espécies e habitats, formando mosaicos nas paisagens, com acentuadas variações fitofisionômicas que acompanham gradientes ambientais, mesmo que ainda estejam em sua condição natural ou tenham pouca alteração antrópica.

Na tentativa de obter informações precisas, estudos da vegetação tendem a adicionar à florística uma análise fitossociológica. Nesta análise se considerada a estrutura horizontal e vertical da vegetação e são identificadas as espécies de maior importância da comunidade (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; VAN DEN BERG e OLIVEIRA-FILHO, 2000; SILVA *et al.*, 2003; BARDDAL *et al.*, 2004; ALMEIDA *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2005; MAINGI e MARSH, 2006; ARAUJO *et al.*, 2010). Diversidade e equabilidade são informações adicionais, utilizadas como índices de comparação, bem como, para atestar o estado de preservação da vegetação (MAGURRAN, 2011).

Schorn e Galvão (2009) destacaram ainda que, o conhecimento da estrutura e composição dos estágios de sucessão ecológica da vegetação contribui para a

elucidação dos processos de regeneração dos ecossistemas. Neste sentido, HOLZ *et al.* (2009) buscaram identificar o efeito do uso do solo na regeneração da vegetação secundária em fragmentos de florestas estacionais e, em seus resultados, destacaram que após 20 anos de sucessão natural não foi possível diferenciar a estrutura e florística das florestas, independentemente da idade ou do uso anterior do solo.

Visto que trabalhos florestais dentro dos limites do PNI são escassos, este estudo se calçou na realização um inventário florestal delineado para abranger ao máximo as variações florísticas e ambientais existentes, para que pudesse servir de referência para trabalhos específicos sobre a ecologia das espécies arbóreas que compõem a vegetação. Neste capítulo os seguintes objetivos foram definidos: (I) descrever e comparar a fitossociologia da vegetação arbórea nas diferentes formações vegetais existentes e; (II) identificar os estágios de sucessão ecológica da vegetação arbórea.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 Área de Estudo

A caracterização da área está descrita no item 1.2.1.

3.3.2 Dados e Análises

Nos itens 1.2.2 a 1.2.5 estão descritas a amostragem e os métodos gerais da pesquisa utilizados para a coleta dos dados. Assim, neste item serão descritas a metodologia utilizada para a análise da eficiência amostral, fitossociologia e, para a definição dos estágios de sucessão ecológica da vegetação.

A eficiência amostral foi verificada para a vegetação e suas formações, denominadas em Ecótono FOM/FES, FES Montana, FES Submontana Típica e FES Submontana Úmida. As parcelas agrupadas e classificadas em cada formação por meio da *TWINSPAN* foram utilizadas para calcular a média, o desvio padrão e a variância dos parâmetros fitossociológicos, sendo eles a densidade (N) (árvore.ha⁻¹)

e a área basal (G) ($m^2.ha^{-1}$). No cálculo do número de amostras necessárias foi definida uma precisão de 10%, ao nível de 95% de probabilidade.

A estrutura fitossociológica de cada formação foi descrita com auxílio do *Microsoft Office Excel* versão 2007, no qual, foram calculados os valores absolutos e relativos para densidade por hectare, área basal e frequência de ocorrência de cada espécie nas 21 parcelas (FR). Por meio do somatório da densidade e área basal relativas foi obtido o valor de cobertura de cada espécie (VC) (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). A estrutura vertical foi analisada pela frequência relativa das espécies nos estratos definidos da seguinte forma: emergente e dossel, imediatamente abaixo do dossel e no sub-bosque.

O cálculo da diversidade florística foi realizado por meio do Índice de Shannon (H'), para a obtenção da Equabilidade (E) adotou-se o procedimento proposto por Pielou (1975). Os índices utilizados encontram-se descritos no item 1.1.4.2, bem como, em Magurran (2011).

As parcelas instaladas nas diferentes regiões do Parque foram classificadas para o estágio sucessional, podendo ser inicial, intermediário e avançado. A classificação foi baseada na riqueza de espécies, área basal, densidade, valor de cobertura das espécies Pioneiras (PI), Clímax Exigentes em Luz (CL) e Clímax Tolerantes à Sombra (CS) (SWAINE e WHITMORE, 1988) e, finalmente, na distribuição relativa de diâmetros e da altura do ponto de inversão morfológica.

Com base na amplitude de diâmetros foram definidas arbitrariamente 10 classes com amplitude de 10 cm a partir do diâmetro mínimo de medição. Para evitar um excessivo número de classes, foram agrupadas as árvores com diâmetro igual ou superior a 95 cm na décima classe. Para a altura do ponto de inversão morfológica foram definidas 11 classes com a amplitude de dois metros a partir da superfície do solo.

Os critérios de classificação dos estágios sucessionais adotados foram baseados na RESOLUÇÃO CONAMA nº 2, de 18 de Março de 1994 (BRASIL, 1994). A classificação das espécies nos grupos ecológicos foi realizada por consulta bibliográfica em Ziller (1998), Jarenkow e Waechter (2001), Silva *et al.* (2008), Saueressig (2012), Gasper *et al.* (2013a) e Gasper *et al.* (2013b), bem como, por meio de observações em campo.

3.4 RESULTADOS

3.4.1 Eficiência Amostral

Para nenhuma das formações a densidade por hectare e a área basal puderam ser estimadas com a precisão requerida. Considerando todas as parcelas na vegetação, no entanto, a eficiência amostral foi atingida.

Com exceção da FES Montana, que apresentou maior homogeneidade entre as parcelas, o coeficiente de variação foi superior a 20%. No Ecótono FOM/FES um elevado número de parcelas seria necessário para atingir a precisão requerida para ambos os parâmetros fitossociológicos (TABELA 3.1).

TABELA 3.1 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA E SUFICIÊNCIA AMOSTRAL PARA A DENSIDADE (N) E ÁREA BASAL (G) NAS FORMAÇÕES VEGETAIS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.

Formação Vegetal	Estatística Descritiva	Variável Fitossociológica	
		N (árvores.ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)
Ecótono FOM/FES	Média (\bar{x})	1163	28,56
	Desvio Padrão (s)	359,32	7,44
	Coeficiente de Variação (%)	30,89	26,06
	Número de Parcelas	3	3
	Parcelas Necessárias	41	29
FES Montana	Média (\bar{x})	1213	38,77
	Desvio Padrão (s)	120,03	6,10
	Coeficiente de Variação (%)	9,89	15,74
	Número de Parcelas	3	3
	Parcelas Necessárias	4	11
FES Submontana Típica	Média (\bar{x})	1010	34,69
	Desvio Padrão (s)	351,05	9,73
	Coeficiente de Variação (%)	34,76	28,04
	Número de Parcelas	8	8
	Parcelas Necessárias	29	19
FES Submontana Úmida	Média (\bar{x})	898	31,24
	Desvio Padrão (s)	198,72	6,46
	Coeficiente de Variação (%)	22,13	20,68
	Número de Parcelas	7	7
	Parcelas Necessárias	12	10
Parque Nacional do Iguaçu	Média (\bar{x})	1024	33,25
	Desvio Padrão (s)	288,56	8,06
	Coeficiente de Variação (%)	28,19	24,25
	Número de Parcelas	21	21
	Parcelas Necessárias	17	12

3.4.2 Fitossociologia

Apesar de a precisão, expressa pelo coeficiente de variação, ter sido menor que a precisão requerida para estimar a densidade por hectare e área basal nas diferentes formações, os dados obtidos nas parcelas foram considerados válidos para descrever a fitossociologia das mesmas. Decisão justificada pelas variações ambientais representadas pelas parcelas e que, conforme discutido no Capítulo 2, afetaram a distribuição das espécies na vegetação. A superfície amostral das parcelas, bem superior àquela comumente utilizada em levantamentos fitossociológicos (BUDKE *et al.*, 2007; FERREIRA-JÚNIOR, *et al.*, 2007; HIGUCHI *et al.*, 2008; SCIPIONI *et al.*, 2012), contribuiu também para uma maior consistência dos resultados, já que diminui erros de extrapolação para essas duas variáveis fitossociológicas (AUGUSTYNICZIK *et al.*, 2013).

Na Tabela 3.2 são apresentadas as 10 espécies melhor colocadas em ordem decrescente de valor de cobertura, acompanhadas dos valores de densidade por hectare e área basal, assim como frequência de ocorrência nas parcelas e nos estratos verticais da floresta. No Ecótono FOM/FES, *C. canjerana* ocorreu com elevada densidade, comparativamente às demais espécies, o que resultou na sua maior importância. Mesmo motivo que levou a espécie a também ficar bem colocada no ranking de importância na FES Submontana Típica.

As espécies tipicamente ombrófilas *I. paraguariensis* e *A. angustifolia* apareceram entre as mais importantes devido à elevada densidade e área basal, respectivamente. *N. lanceolata*, *P. myrtifolia* e *S. romanzoffiana* aparecem também como espécies de alto valor de cobertura e, somadas à *S. acuminatus*, caracterizaram a florística de ecótono entre FOM e FES nas regiões com altitude acima de 700 m.

E. edulis e *A. polyneuron* apresentaram elevada importância na FES Montana e FES Submontana Típica, onde, o somatório de seus valores correspondeu a mais de 25% da cobertura total da vegetação. Devido ao elevado valor de densidade, *E. edulis* apresentou alto valor de cobertura e favoreceu a menor equabilidade e diversidade nestes ambientes; *A. polyneuron* foi caracterizada por poucas árvores de grande porte, justificando a expressiva área basal. Espécie característica de sub-bosque, *S. bonplandii* contribuiu também para a redução da

equabilidade nestes ambientes, apresentando elevada densidade, no entanto, pequena área basal.

TABELA 3.2 - FITOSSOCIOLOGIA POR FORMAÇÃO VEGETAL DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.

Formação Vegetal	S'	H'	E'	Espécie	VC	N	G	FR	FR Estrato Vertical		
									1	2	3
FOM Montana Ecótono	78	3,74	0,86	<i>C. canjerana</i>	16,27	97	2,27	100	16,67	25,00	58,33
				<i>N. lanceolata</i>	15,47	47	3,27	100	55,17	24,14	20,69
				<i>P. rigida</i>	11,30	32	2,45	100	35,00	40,00	25,00
				<i>P. myrtifolia</i>	10,10	37	1,99	100	30,43	39,13	30,43
				<i>I. paraguariensis</i>	9,87	67	1,18	100	6,52	50,00	43,48
				<i>A. angustifolia</i>	9,17	20	2,13	67	75,00	25,00	-
				<i>C. fissilis</i>	7,46	28	1,43	100	30,00	45,00	25,00
				<i>S. romanzoffiana</i>	6,90	37	1,07	100	13,64	59,09	27,27
				<i>A. triplinervia</i>	6,32	32	1,03	100	13,04	52,17	34,78
				<i>S. acuminatus</i>	6,29	42	0,77	100	20,00	28,00	52,00
				Outras espécies	100,85	724	10,97	-	-	-	-
				Total para o grupo	200,00	1163	28,56	-	-	-	-
FES Montana	71	3,00	0,70	<i>E. edulis</i>	40,92	370	4,04	100	2,25	55,86	41,89
				<i>A. polyneuron</i>	16,46	22	5,69	100	46,15	38,46	15,38
				<i>S. bonplandii</i>	15,12	165	0,59	100	-	1,01	98,99
				<i>A. triplinervia</i>	14,75	32	4,71	100	20,83	37,50	41,67
				<i>O. silvestris</i>	11,20	65	2,27	100	7,69	66,67	25,64
				<i>B. riedelianum</i>	10,72	37	2,98	100	54,55	4,55	40,91
				<i>C. canjerana</i>	8,79	22	2,72	100	20,00	33,33	46,67
				<i>I. venulosa</i>	6,47	67	0,38	100	-	5,00	95,00
				<i>H. balansae</i>	4,95	18	1,33	100	18,18	45,45	36,36
				<i>P. rivularis</i>	4,37	27	0,84	100	-	50,00	50,00
				Outras espécies	66,26	388	13,22	-	-	-	-
				Total para o grupo	200,00	1213	38,77	-	-	-	-
FES Submontana Típica	110	3,35	0,71	<i>E. edulis</i>	40,23	319	3,01	100	2,75	39,02	58,24
				<i>A. polyneuron</i>	13,30	12	4,21	63	31,58	5,26	63,16
				<i>C. canjerana</i>	10,07	33	2,36	100	26,42	39,62	33,96
				<i>N. megapotamica</i>	9,43	28	2,30	100	28,89	44,44	26,67
				<i>B. riedelianum</i>	7,70	31	1,62	88	42,86	10,20	46,94
				<i>M. stipitatum</i>	7,46	29	1,60	88	25,53	34,04	40,43
				<i>S. bonplandii</i>	6,45	59	0,22	100	-	2,11	97,89
				<i>C. gonocarpum</i>	6,45	33	1,12	100	13,46	51,92	34,62
				<i>O. diospyrifolia</i>	6,28	25	1,32	100	17,07	39,02	43,90
				<i>G. kunthiana</i>	4,56	36	0,34	63	-	16,39	83,61
				Outras espécies	88,08	405	16,59	-	-	-	-
				Total para o grupo	200,00	1010	34,69	-	-	-	-
FES Submontana Úmida	116	4,00	0,84	<i>C. americana</i>	17,67	17	4,92	86	54,29	25,71	20,00
				<i>N. megapotamica</i>	14,31	54	2,58	100	19,74	35,53	44,74
				<i>O. diospyrifolia</i>	13,86	44	2,79	100	23,81	42,86	33,33
				<i>M. stipitatum</i>	12,83	49	2,29	100	22,86	24,29	52,86
				<i>S. brasiliensis</i>	11,71	79	0,90	100	0,87	15,65	83,48
				<i>B. riedelianum</i>	8,89	36	1,51	100	25,49	37,25	37,25
				<i>S. romanzoffiana</i>	7,24	36	0,99	100	17,65	62,75	19,61
				<i>L. divaricata</i>	5,95	8	1,59	43	50	8,33	41,67
				<i>C. gonocarpum</i>	4,98	32	0,44	100	2,22	37,78	60,00
				<i>U. baccifera</i>	4,98	36	0,31	86	-	-	100,00
				Outras espécies	97,58	507	12,92	-	-	-	-
				Total para o grupo	200,00	898	31,24	-	-	-	-

S' - Riqueza de espécies; H' - Índice de Shannon (nats.árvore⁻¹); E' - Equabilidade; VC - Valor de cobertura percentual; G - Área basal por hectare (m².ha⁻¹); N - Densidade (árvores.ha⁻¹); FR - Frequência percentual de ocorrência nas parcelas; FR Estrato Vertical - Frequência percentual de ocorrência por estrato vertical: (1) Emergente e dossel, (2) Imediatamente abaixo do dossel, (3) sub-bosque. *Cabralea*; *Nectandra*; *Parapiptadenia*; *Ilex*; *Prunus*; *Araucária*; *Cedrela*; *Syagrus*; *Alchornea*; *Campomanesia*; *Euterpe*; *Aspidosperma*; *Sorocea*; *Ocotea*; *Balfourodendron*; *Ixora*; *Holocalyx*; *Plinia*; *Machaerium*; *Chrysophyllum*; *Guarea*; *Sebastiania*; *Urera*; *Luehea*.

Na FES Montana foi observada uma diferenciação florística em relação à FES Submontana Típica devido à elevada densidade e área basal de *A. triplinervia*, *O. silvestris* e *I. venulosa* bem como, pela perda de importância de *N. megapotamica*, *M. stipitatum*, *C. gonocarpum* e *O. diospyrifolia*.

Na FES Submontana Úmida, o relevo movimentado e a maior umidade favoreceram o aumento da diversidade e equabilidade. A espécie de maior importância para esta subformação foi *C. americana*, resultado obtido em função de sua elevada área basal, comparativamente às demais. A baixa relação entre densidade e área basal caracterizou o pequeno porte e padrão de distribuição agregada de *S. brasiliensis*. A única espécie que ocorreu com elevada importância nos três ambientes de florestas estacionais foi *B. riedelianum*.

De forma geral, as espécies mais importantes nas diferentes formações vegetais apresentaram ocorrência em todas as parcelas. *L. divaricata* foi a única espécie que apresentou baixa dispersão na respectiva formação (43%), resultado da preferência característica da espécie por ambientes com elevada umidade, bem como, solos mal drenados (BOTREL *et al.*, 2002; ARAUJO *et al.*, 2004). Com exceção de *S. bonplandii*, *Guarea kunthiana*, *P. rivularis*, *I. venulosa*, *U. baccifera* e *A. angustifolia*, as espécies de maior importância fitossociológica apresentaram ocorrência nos diferentes estratos verticais da vegetação.

Na Tabela 3.3 é apresentada a listagem completa das espécies presentes nas parcelas, suas respectivas frequências de ocorrência e densidade amostral, valores de cobertura em cada formação vegetal e classificação nos grupos ecológicos. Adicionalmente é apresentada na tabela a classificação das espécies por formação vegetal, baseada na análise da distribuição de registros das respectivas espécies disponível em <http://www.splink.org.br>.

Ao todo, a amostragem resultou na ocorrência de 4.299 árvores, distribuídas em 48 famílias botânicas, 108 gêneros e 167 espécies. Duas árvores foram identificadas em nível de família, agrupadas e denominadas Myrtaceae, e nove outras árvores não foram identificadas, sendo agrupadas e denominadas como indeterminadas. As famílias mais representativas em número de espécies foram Fabaceae (29), Myrtaceae (12), Meliaceae (9), Solanaceae (9), Lauraceae (8), Rutaceae (8), Salicaceae (7), Malvaceae (5), Rubiaceae (5), Euphorbiaceae (4), Boraginaceae (4), Apocynaceae (4) e Bignoniaceae (4).

TABELA 3.3 - ESPÉCIES ARBÓREAS COM RESPECTIVA CLASSIFICAÇÃO NOS GRUPOS ECOLÓGICOS (GE) E FORMAÇÕES VEGETAIS PREDOMINANTES, FREQUÊNCIA PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA NAS PARCELAS (FR), DENSIDADE AMOSTRAL (DE) E VALOR DE COBERTURA PERCENTUAL PARA CADA FORMAÇÃO VEGETAL EXISTENTE NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.

Família/Espécie	GE	Formação Vegetal	FR	DE	Valor de Cobertura (%)			
					Ecótono FOM/FES	FES Montana	FES Submontana Típica	FES Submontana Úmida
ANACARDIACEAE								
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	CL	FES	-	19,05	6	0,17	-	0,50
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze*	-	-	-	4,76	1	-	0,15	-
ANNONACEAE								
<i>Annona cacans</i> Warm.	CS	FES	-	9,52	2	-	0,52	-
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H. Rainer	CL	FES	FOM	47,62	21	1,02	-	0,59
APOCYNACEAE								
<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.	CS	FES	-	4,76	3	-	-	0,47
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	CS	FES	-	47,62	34	0,16	16,46	13,30
<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll. Arg.	CL	FES	-	23,81	5	-	1,69	0,62
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	PI	FES	-	19,05	7	0,51	-	0,21
AQUIFOLIACEAE								
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	CL	FES	FOM	19,05	5	0,17	-	-
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	CL	FES	FOM	4,76	1	-	-	-
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	CS	FES	FOM	14,29	40	9,87	-	-
ARALIACEAE								
<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J. Wen	CS	FES	-	9,52	2	-	1,60	-
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire. Steyererm. & Frodin	CL	FES	FOM	9,52	3	-	0,27	0,15
ARAUCARIACEAE								
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	CL	FES	FOM	9,52	12	9,17	-	-
ARECACEAE								
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	CS	FES	-	61,9	735	-	40,92	40,23
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	PI	FES	FOM	90,48	92	6,90	0,72	1,79
ASPARAGACEAE								
<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & C.D. Bouché	CL	FES	FOM	4,76	1	-	-	-
BIGNONIACEAE								
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	CL	FES	FOM	4,76	2	-	-	-
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	CL	FES	-	14,29	4	-	1,54	0,20
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	PI	FES	FOM	42,86	12	0,78	1,18	0,40
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	PI	-	FOM	4,76	4	0,81	-	-
BORAGINACEAE								
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J. S. Mill.	CL	FES	-	42,86	28	-	-	3,69
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	CL	FES	-	66,67	26	0,35	0,68	1,50
<i>Cordia superba</i> Cham.	CS	FES	-	4,76	1	-	0,17	-
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. Ex Steud.	CL	FES	-	52,38	22	0,48	0,15	2,27

Continua

Família/Espécie	GE	Formação Vegetal	FR	DE	Valor de Cobertura (%)				
					Ecótono FOM/FES	FES Montana	FES Submontana Típica	FES Submontana Úmida	
CALOPHYLLACEAE									
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	CS	FES	-	4,76	1	-	-	0,07	-
CANNABACEAE									
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	PI	FES	FOM	4,76	1	-	-	-	0,09
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	PI	FES	FOM	4,76	1	-	0,17	-	-
CARDIOPTERIDACEAE									
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard	CL	FES	-	23,81	8	-	-	0,22	0,49
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	CL	FES	FOM	4,76	1	-	-	-	0,08
CARICACEAE									
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	CL	FES	-	57,14	17	0,35	4,10	1,08	0,83
CELASTRACEAE									
<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.	CS	FES	FOM	9,52	2	-	-	0,07	0,11
CLUSIACEAE									
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	CS	FES	-	4,76	1	-	-	0,08	-
ERYTHROXYLACEAE									
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	CL	FES	FOM	4,76	1	0,68	-	-	-
EUPHORBIACEAE									
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	CL	FES	FOM	23,81	18	2,70	0,15	0,69	-
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	CL	FES	FOM	80,95	68	6,32	14,75	3,94	0,54
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	CS	FES	FOM	76,19	134	0,59	1,23	1,01	11,71
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Sm. & Downs	CS	FES	FOM	28,57	12	0,17	1,26	-	0,45
FABACEAE									
<i>Acacia bimucronata</i> DC.	PI	FES	-	23,81	10	-	-	1,04	-
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.W. Grimes	PI	FES	FOM	4,76	1	-	-	0,45	-
<i>Albizia niopoides</i> (Spuce ex Benth.) Burkart	PI	FES	-	28,57	8	-	-	0,75	0,09
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	CL	FES	-	14,29	7	-	-	0,12	0,97
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	CL	FES	-	33,33	8	-	1,61	3,13	0,87
<i>Bauhinia forficata</i> Link	PI	FES	FOM	19,05	6	-	0,15	0,07	0,36
<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	CS	FES	-	23,81	24	-	0,16	0,51	1,48
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	CL	FES	FOM	47,62	25	1,00	-	0,26	1,44
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	FES	-	14,29	6	-	-	0,09	0,70
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	CL	FES	FOM	14,29	4	0,50	-	0,45	0,10
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	CS	FES	-	66,67	36	-	4,95	3,27	2,12
<i>Inga marginata</i> Willd.	CL	FES	FOM	42,86	22	-	0,57	1,06	0,47
<i>Inga striata</i> Benth.	CL	FES	FOM	14,29	5	0,69	-	-	0,09
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D. Penn.	CL	FES	FOM	14,29	6	0,42	-	-	0,37
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. Ex Benth.	CL	FES	FOM	52,38	40	3,38	0,46	0,70	2,62
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H. C. Lima	CL	FES	FOM	4,76	1	-	-	-	0,40

Continua

Família/Espécie	GE	Formação Vegetal		FR	DE	Valor de Cobertura (%)			
						Ecótono FOM/FES	FES Montana	FES Submontana Típica	FES Submontana Úmida
<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	CL	FES	FOM	14,29	5	-	-	0,70	-
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	CL	FES	FOM	14,29	8	-	-	1,04	-
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	CL	FES	FOM	28,57	12	-	-	0,14	1,91
<i>Machaerium paraguayense</i> Hassl.	CL	FES	FOM	28,57	8	-	-	0,31	0,51
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	CL	FES	FOM	85,71	143	4,55	3,74	7,46	12,83
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	CL	FES	-	38,1	25	0,50	3,55	0,33	1,31
<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.	CS	FES	-	14,29	6	-	-	0,07	0,46
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	CL	FES	-	66,67	56	11,30	1,31	3,93	4,18
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	CL	FES	-	14,29	3	0,27	-	0,59	0,11
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	PI	FES	-	4,76	1	-	0,38	-	-
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton	PI	FES	-	4,76	3	-	-	-	0,57
<i>Senegalia recurva</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	PI	FES	FOM	19,05	13	0,65	-	0,51	0,39
<i>Senegalia velutina</i> (DC.) Seigler & Ebinger	PI	FES	-	4,76	1	-	-	-	0,08
INDETERMINADA									
Indeterminada	-	-	-	33,33	9	0,16	0,16	0,20	0,75
LAMIACEAE									
<i>Aegiphila mediterranea</i> Vell.	PI	FES	FOM	28,57	8	-	-	0,23	0,46
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	PI	FES	FOM	4,76	1	-	-	-	0,08
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	CL	FES	FOM	9,52	3	-	-	-	1,89
LAURACEAE									
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	CS	-	FOM	4,76	1	-	0,15	-	-
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Koesterm.	CL	-	FOM	9,52	3	0,16	0,51	-	-
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	CS	FES	FOM	71,43	60	15,47	0,15	3,20	3,87
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	CS	FES	FOM	95,24	137	0,54	4,28	9,43	14,31
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez.	CS	FES	FOM	100,00	134	5,69	3,26	6,28	13,86
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez.	CS	FES	FOM	23,81	10	1,40	-	0,48	-
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	CL	FES	FOM	23,81	8	3,60	-	1,33	0,09
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	CS	FES	FOM	61,9	73	2,58	11,20	0,89	0,93
LOGANIACEAE									
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	CL	FES	FOM	28,57	8	1,12	-	0,17	0,28
MALVACEAE									
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	CL	FES	-	38,1	21	-	-	0,86	4,66
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravernna	CL	FES	-	23,81	6	-	-	1,46	1,24
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	CL	FES	-	4,76	1	0,22	-	-	-
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	PI	FES	-	4,76	1	-	-	0,07	-
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	CL	FES	FOM	38,1	31	6,21	-	1,22	5,95
MELASTOMATACEAE									
<i>Miconia hymenonervia</i> (Raddi) Cogn.	CS	FES	-	23,81	7	0,17	-	0,43	-

Continua

Família/Espécie	GE	Formação Vegetal		FR	DE	Valor de Cobertura (%)			
						Ecótono FOM/FES	FES Montana	FES Submontana Típica	FES Submontana Úmida
<i>Miconia pusilliflora</i> Beurl.	CS	FES	-	4,76	1	0,16	-	-	-
MELIACEAE									
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	CL	FES	FOM	85,71	134	16,27	8,79	10,07	1,19
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	CL	FES	FOM	80,95	65	7,46	2,73	4,09	3,39
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	CS	FES	-	33,33	67	-	1,44	4,56	-
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	CS	FES	FOM	14,29	5	-	0,30	0,21	-
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	CS	FES	-	28,57	6	-	0,45	0,21	0,37
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	CS	FES	-	76,19	80	0,16	2,24	2,54	2,89
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	CS	FES	FOM	33,33	42	-	4,13	1,58	0,56
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	CS	FES	FOM	47,62	31	-	0,44	0,13	2,57
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	CS	FES	FOM	9,52	2	0,19	-	0,07	-
MONIMIACEAE									
<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.	CS	FES	FOM	42,86	22	0,17	-	0,83	1,71
<i>Mollinedia blumenaviana</i> Perkins	CS	-	FOM	4,76	1	-	0,15	-	-
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	CS	-	FOM	28,57	45	5,73	1,59	-	-
MORACEAE									
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	CL	FES	FOM	28,57	10	-	1,38	1,65	-
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) O. Don ex Steud	CL	FES	-	23,81	5	-	0,81	0,22	-
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, et al.	CS	FES	FOM	85,71	241	5,28	15,12	6,45	1,50
MYRTACEAE									
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	CS	FES	FOM	4,76	1	-	-	0,08	-
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Mart. Ex O. Berg.	CS	FES	FOM	90,48	68	5,28	0,34	4,07	1,35
<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand	CS	FES	FOM	33,33	10	-	0,31	0,50	0,09
<i>Eugenia chlorophylla</i> O. Berg	CS	FES	FOM	9,52	2	0,16	-	0,07	-
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	CS	FES	FOM	4,76	1	-	-	-	0,09
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	CL	FES	FOM	9,52	5	-	-	-	0,93
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	CL	FES	FOM	33,33	8	0,32	-	0,28	0,40
<i>Eugenia ramboi</i> D. Legrand	CS	FES	FOM	19,05	5	-	0,62	0,20	-
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	CL	FES	-	19,05	18	-	-	0,22	1,58
<i>Myrcia laruttea</i> Cambess.	CS	FES	FOM	9,52	2	-	-	0,07	0,09
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	CL	FES	FOM	4,76	1	0,16	-	-	-
Myrtaceae	-	-	-	4,76	2	-	-	-	0,33
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	CS	FES	-	42,86	50	-	4,37	0,48	3,89
NYCTAGINACEAE									
<i>Neea schwackeana</i> Heimerl	CL	FES	-	4,76	1	-	-	0,07	-
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	CL	FES	-	14,29	8	-	0,36	0,76	-
OPILIACEAE									
<i>Agonandra engleri</i> Hoehne	CL	FES	-	9,52	7	1,85	-	-	-

Continua

Família/Espécie	GE	Formação Vegetal	FR	DE	Valor de Cobertura (%)				
					Ecótono FOM/FES	FES Montana	FES Submontana Típica	FES Submontana Úmida	
PHYTOLACCACEAE									
<i>Seguiera guaranitica</i> Speg.	CL	FES	-	52,38	23	-	0,37	0,78	1,77
PIPERACEAE									
<i>Piper amalago</i> L.	CL	FES	-	9,52	2	-	-	0,14	-
POLYGONACEAE									
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	CS	FES	-	23,81	6	-	-	1,50	0,38
PRIMULACEAE									
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	PI	FES	FOM	14,29	3	-	-	0,14	0,09
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	PI	FES	FOM	80,95	57	3,96	-	0,77	2,77
PROTEACEAE									
<i>Roupala asplenioides</i> Sleumer	CL	FES	-	4,76	1	-	-	-	0,23
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	CL	FES	FOM	4,76	1	0,56	-	-	-
RHAMNACEAE									
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.*	-	-	-	9,52	2	0,23	0,41	-	-
ROSACEAE									
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	CL	FES	FOM	66,67	37	10,10	1,81	0,37	1,27
RUBIACEAE									
<i>Alseis floribunda</i> Schott	CS	FES	-	4,76	1	-	-	-	0,10
<i>Ixora venulosa</i> Benth.	CS	FES	-	28,57	51	-	6,47	0,22	0,75
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	CS	FES	FOM	28,57	25	0,16	0,88	0,20	1,46
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	CS	FES	FOM	14,29	3	0,17	-	-	0,18
<i>Simira sampaioana</i> (Standl.) Steyererm.	CL	FES	-	9,52	2	-	-	0,14	-
RUTACEAE									
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	CS	FES	-	80,95	122	-	10,72	7,70	8,89
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck*	-	-	-	9,52	2	0,35	-	-	-
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbek*	-	-	-	23,81	21	0,16	-	1,49	0,09
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	PI	FES	-	19,05	5	-	-	0,11	1,06
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	CS	FES	FOM	33,33	19	-	-	0,55	1,15
<i>Zanthoxylum naranjillo</i> Griseb.	PI	FES	-	23,81	5	-	-	0,20	0,28
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	PI	FES	-	14,29	3	-	-	-	0,37
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	PI	FES	FOM	19,05	4	-	-	0,58	0,41
SALICACEAE									
<i>Banara tomentosa</i> Clos.	CS	FES	FOM	38,1	13	1,32	0,17	0,22	0,65
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	CS	FES	FOM	47,62	35	3,62	-	0,72	1,30
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	CL	FES	FOM	9,52	3	0,67	-	-	-
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	CS	FES	FOM	28,57	17	2,94	-	0,07	0,30
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	CL	FES	FOM	42,86	26	2,55	0,63	0,60	0,48
<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	CL	FES	FOM	28,57	14	0,68	0,32	0,72	0,26

Continua

Família/Espécie	GE	Formação Vegetal		FR	DE	Valor de Cobertura (%)			
						Ecótono FOM/FES	FES Montana	FES Submontana Típica	FES Submontana Úmida
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	CL	FES	FOM	4,76	1	0,16	-	-	-
SAPINDACEAE									
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., et al.) Hieron. Ex Niederl.	CL	FES	FOM	61,9	59	5,41	0,53	1,25	2,34
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	CL	FES	FOM	42,86	24	1,28	2,05	-	1,44
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	CL	FES	-	80,95	56	1,41	0,60	4,16	4,48
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	CL	FES	FOM	23,81	15	4,60	-	0,07	0,34
SAPOTACEAE									
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	CS	FES	-	95,24	104	1,21	0,91	6,45	4,98
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	CL	FES	FOM	90,48	64	1,77	2,13	1,82	2,43
SIMAROUBACEAE									
<i>Picrasma crenata</i> Engl. In Engl. & Prantl	CS	FES	FOM	19,05	7	-	-	-	0,89
SOLANACEAE									
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	CL	FES	FOM	23,81	8	-	0,56	0,29	0,30
<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	PI	FES	-	4,76	2	-	-	-	0,19
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	PI	FES	-	4,76	1	-	-	-	0,09
<i>Solanum campaniforme</i> Roem. & Schult.	PI	FES	-	4,76	2	-	-	-	0,18
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	PI	FES	FOM	9,52	4	-	-	-	0,73
<i>Solanum guaraniticum</i> A. St.-Hil.	PI	FES	FOM	4,76	1	0,18	-	-	-
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	PI	FES	FOM	4,76	7	-	-	-	0,72
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	PI	FES	FOM	9,52	2	-	-	-	0,19
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	PI	FES	FOM	19,05	7	0,17	-	-	0,64
STYRACACEAE									
<i>Styrax acuminatus</i> Pohl	CL	-	FOM	9,52	25	6,29	-	-	-
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	CL	-	FOM	28,57	23	4,72	0,56	-	0,79
SYMPLOCACEAE									
<i>Symplocos mosenii</i> Brand	CL	FES	-	4,76	2	0,37	-	-	-
URTICACEAE									
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	PI	FES	-	42,86	19	-	0,83	1,53	0,22
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	PI	FES	FOM	57,14	67	-	0,17	1,32	4,98
VERBENACEAE									
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	PI	FES	-	4,76	1	-	-	0,09	-

* Espécie exótica; PI - Pioneira; CL - Clímax Exigente em Luz; CS - Clímax Tolerante à Sombra.

Os gêneros mais recorrentes foram *Solanum* e *Eugenia* (7), *Lonchocarpus* e *Trichilia* (5), *Cordia*, *Ocotea* e *Casearia* (4), *Senegalia*, *Zanthoxylum*, *Ilex* e *Inga* (3). As 10 espécies com maior densidade absoluta representaram 44,96% da densidade relativa total: *E. edulis* (735), *Sorocea bonplandii* (241), *Machaerium stipitatum* (143), *Nectandra megapotamica* (137), *Sebastiania brasiliensis*, *Cabralea canjerana* e *Ocotea diospyrifolia* (134), *B. riedelianum* (122), *Chrysophyllum gonocarpum* (104) e *Syagrus romanzoffiana* (92). As 10 espécies mais recorrentes nas 21 parcelas, com respectiva frequência, foram *O. diospyrifolia* (100), *N. megapotamica* (95,24), *C. gonocarpum* (95,24), *Syagrus romanzoffiana*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Chrysophyllum marginatum* (90,48), *S. bonplandii*, *M. stipitatum*, *C. canjerana* (85,71) e *B. riedelianum* (80,95).

Das 167 espécies identificadas, quatro não foram classificadas por tratar-se de espécies exóticas. Das 163 restantes, foram classificadas exclusivamente na FES 66, correspondendo a 40,49%; outras seis espécies (3,68%) foram classificadas como exclusivas da FOM e as 91 espécies restantes (55,83%) aparecem classificadas em ambas às formações vegetais. Foram classificadas em Clímax Tolerante à Sombra 55 espécies, ou seja, 33,74% do número total de espécies; 74 espécies (45,40%) foram classificadas como Clímax Exigente em Luz e 34 (20,86%) consideradas Pioneiras.

No Apêndice 1, para fins de comparação com outros trabalhos, é apresentada a listagem completa das espécies nas formações vegetais e seus respectivos valores de importância (VI), agregando ao valor de cobertura (VC) a frequência relativa de ocorrência nas parcelas (FR).

3.4.3 Estágio Sucessional

As parcelas apresentaram elevados valores de riqueza e área basal, com amplitude de diâmetros expressiva para alguns casos (TABELA 3.4). A frequência relativa de árvores foi decrescente a partir das menores classes de diâmetro, como esperado para florestas de espécies folhosas. A menor amplitude diamétrica em algumas parcelas sugeriu estágios intermediários de sucessão.

A riqueza variou de 36 a 61 espécies, respectivamente para as parcelas sete e quatro. A parcela seis apresentou baixos valores para área basal e densidade, 22,02 m².ha⁻¹ e 675 árvores.ha⁻¹; resultado justificado pela elevada ocorrência de

Chusquea sp. (criciúma) e *Cyathea* sp. (xaxim-bravo), somada à presença de clareiras devido à queda de exemplares de grande porte.

A maior área basal ($54,13 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$) e densidade ($1.575 \text{ árvores}.\text{ha}^{-1}$) foram observadas na parcela 12. Resultado associado à presença de *A. polyneuron* com mais de 95 cm, espécies Clímax Exigentes em Luz (*A. leiocarpa*, *C. canjerana*, *D. sorbifolia* e *F. luschnathiana*) nas classes 70, 80 e 90 e a elevada densidade de *E. edulis* e *S. bonplandii* na primeira classe. Fisionomia típica de florestas estacionais com baixo nível de antropização.

TABELA 3.4 - FREQUÊNCIA RELATIVA POR CLASSE DE DIÂMETRO DAS 21 PARCELAS INSTALADAS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.

Parcela	S'	G	N	Centro de Classe de Diâmetro (cm)									
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	140
1	47	25,23	805	64,60	18,01	10,56	4,35	1,86	-	-	-	0,62	-
2	45	33,10	805	64,60	12,42	8,70	5,59	4,35	3,73	0,62	-	-	-
3	39	33,16	1100	73,64	11,36	7,73	3,18	2,73	0,91	-	-	-	0,45
4	61	29,18	1260	72,62	15,08	6,35	4,37	0,79	0,79	-	-	-	-
5	44	29,90	720	59,72	19,44	9,03	7,64	1,39	0,69	0,69	0,69	-	0,69
6	47	22,02	675	64,44	17,04	8,89	6,67	1,48	0,74	0,74	-	-	-
7	36	42,70	1035	65,22	21,26	4,35	1,93	3,38	1,45	1,45	-	0,48	0,48
8	45	37,04	785	58,60	21,66	8,28	5,10	2,55	1,91	0,64	0,64	-	0,64
9	42	27,13	795	67,92	17,61	3,77	4,40	2,52	3,14	0,63	-	-	-
10	49	38,03	855	76,02	9,36	5,85	3,51	0,58	2,34	1,17	-	-	1,17
11	43	33,14	1510	84,77	7,62	3,64	0,99	2,32	0,33	-	-	-	0,33
12	48	54,13	1575	84,13	6,98	3,49	1,90	0,63	0,95	0,63	0,32	0,32	0,63
13	59	29,09	960	77,08	9,90	3,13	5,21	2,60	0,52	1,04	0,52	-	-
14	49	23,65	730	74,66	9,59	8,22	1,37	3,42	2,05	0,68	-	-	-
15	48	38,73	755	70,20	9,93	10,60	2,65	-	3,97	0,66	0,66	-	1,32
16	53	32,50	1185	75,53	11,81	4,64	5,06	0,84	0,84	0,84	-	0,42	-
17	45	39,13	1110	75,68	8,11	7,21	1,80	4,05	2,25	-	-	0,45	0,45
18	46	44,69	1345	76,58	10,04	5,95	2,60	1,86	1,49	0,37	-	0,37	0,74
19	52	37,13	1500	72,33	16,00	6,33	2,33	1,67	1,00	-	-	0,33	-
20	45	24,84	785	68,15	14,01	5,73	8,28	3,82	-	-	-	-	-
21	47	23,71	1205	71,37	19,92	6,22	1,24	1,24	-	-	-	-	-
Média Geral				72,67	13,24	6,26	3,49	2,02	1,28	0,44	0,12	0,16	0,33

S' - Riqueza; G - Área basal por hectare ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$); N - Densidade ($\text{árvores}.\text{ha}^{-1}$).

Na parcela quatro foi observado hidromorfismo no solo, o que limitou a ocorrência de árvores de grande porte. Na parcela dois, apesar da menor amplitude de diâmetros, a área basal maior que $30 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ indicou uma vegetação em bom estado de conservação. Nas parcelas oito e nove, situadas na base de uma rampa de drenagem, a presença de *Guadua chacoensis* (taquaruçu) contribuiu para baixas densidades.

A distribuição de frequências relativas ao longo das classes de altura do ponto de inversão morfológica apresentaram curvas com distribuição assimétrica positiva, ou seja, à direita (TABELA 3.5). Resultado associado à frequência relativa

maior em classes menores, abaixo de nove metros, justificadas pela elevada densidade de espécies Clímax Tolerante à Sombra no sub-bosque.

Poucas árvores atingiram as classes 19 e 21 m, caracterizando o estrato emergente acima do dossel relativamente aberto, característico de FES (IBGE, 2012). Destacaram-se nestas classes exemplares de *A. polyneuron*, *A. niopoides*, *A. australe*, *M. frondosus*, *C. trichotoma*, *A. leiocarpa*, *B. riedelianum*, *M. stipitatum*, *C. speciosa* e *J. spinosa*.

TABELA 3.5 - FREQUÊNCIA RELATIVA POR CLASSE DE ALTURA PARA O PONTO DE INVERSÃO MORFOLÓGICA DAS 21 PARCELAS INSTALADAS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.

Parcela	N	Centro de Classe de Altura (m)										
		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
1	805	4,35	36,02	31,06	16,77	3,73	4,97	0,62	1,86	-	0,62	-
2	805	5,59	36,02	28,57	13,66	8,70	2,48	1,86	2,48	0,62	-	-
3	1100	4,09	27,27	24,09	16,36	10,00	8,64	5,00	2,27	1,36	0,91	-
4	1260	5,95	28,97	34,13	17,06	5,16	5,16	1,59	1,19	0,79	-	-
5	720	5,56	22,92	22,92	17,36	13,19	9,03	6,25	0,69	-	1,39	0,69
6	675	4,44	28,89	29,63	18,52	10,37	2,96	1,48	0,74	1,48	1,48	-
7	1035	2,42	23,19	29,95	22,71	14,98	3,38	1,93	-	0,97	0,48	-
8	785	6,37	19,11	24,20	19,75	10,19	10,83	6,37	2,55	0,64	-	-
9	795	2,52	25,79	25,79	18,87	15,72	6,92	3,77	0,63	-	-	-
10	855	4,09	24,56	31,58	19,30	10,53	4,68	2,92	0,58	1,17	0,58	-
11	1510	2,65	16,56	34,11	22,85	12,91	8,61	1,66	0,66	-	-	-
12	1575	1,27	14,29	24,76	21,59	13,97	12,06	4,44	3,17	2,86	0,63	0,95
13	960	4,69	23,44	34,90	19,27	11,98	3,65	1,56	-	-	0,52	-
14	730	4,79	27,40	32,19	20,55	8,90	2,05	1,37	1,37	0,68	-	0,68
15	755	1,32	20,53	18,54	23,84	19,87	9,27	3,31	2,65	0,66	-	-
16	1185	2,11	20,68	24,47	16,03	11,39	8,44	10,97	2,53	1,27	1,69	0,42
17	1110	1,80	18,47	28,83	13,06	15,32	7,66	10,36	3,15	1,35	-	-
18	1345	1,12	15,61	30,11	14,50	10,04	15,99	7,43	4,09	0,74	-	0,37
19	1500	3,00	15,33	26,00	25,67	15,67	9,00	2,67	1,00	1,00	0,67	-
20	785	3,82	27,39	21,02	24,20	14,01	5,10	4,46	-	-	-	-
21	1205	4,15	19,92	33,61	24,48	13,69	2,90	0,83	0,41	-	-	-

N = Densidade (árvores.ha⁻¹).

Nas parcelas 19, 20 e 21, caracterizadas pelo ecótono entre FOM e FES, foi observada a presença de *A. angustifolia* com ponto de inversão morfológica de 19 m de altura. Esta espécie, associada a exemplares de *P. rigida*, *C. decandra* e *N. lanceolata* entre 11 e 17 m e, altas densidades de *C. canjerana*, *C. xanthocarpa* e *I. paraguariensis* no sub-bosque, entre três e sete metros, caracterizaram a estrutura vertical desta vegetação. Espécies emergentes da FES foram identificadas ocorrendo nas classes sete, nove e 11 m, entre elas, *A. polyneuron*, *C. trichotoma* e *M. frondosus*.

As espécies Clímax Tolerantes à Sombra representaram 100,53% do valor de cobertura total, as espécies Clímax Exigentes em Luz somaram 83,15% e, apenas 14,94% representaram as espécies Pioneiras (TABELA 3.6); resultados que indicaram um bom estado de conservação das florestas de forma geral. Do total de 21 parcelas, 12 foram classificadas no estágio avançado e nove foram consideradas em estágio intermediário de sucessão ecológica; nenhuma parcela foi classificada em estágio inicial.

TABELA 3.6 - VALOR DE COBERTURA PARA OS GRUPOS ECOLÓGICOS E ESTÁGIO SUCESSIONAL DAS 21 PARCELAS INSTALADAS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.

Parcela	Valor de Cobertura (%)			Estágio Sucessional
	Pioneiras	Clímax Exigente em Luz	Clímax Tolerante à Sombra	
1	10,12	89,95	94,77	Intermediário
2	5,59	102,04	85,52	Avançado
3	14,36	57,69	125,83	Avançado
4	10,81	74,60	114,09	Avançado
5	9,40	97,74	92,00	Avançado
6	19,37	81,90	97,87	Intermediário
7	16,47	100,45	83,09	Avançado
8	34,57	76,81	88,63	Intermediário
9	25,08	106,32	68,60	Intermediário
10	18,64	82,35	99,01	Avançado
11	5,23	50,57	144,20	Avançado
12	5,01	41,78	153,21	Avançado
13	32,17	79,38	82,13	Intermediário
14	41,79	90,24	67,21	Intermediário
15	11,62	77,26	110,02	Avançado
16	5,84	54,01	139,67	Avançado
17	5,58	71,83	122,58	Avançado
18	0,00	51,08	147,40	Avançado
19	11,38	138,18	49,12	Intermediário
20	9,69	121,49	68,06	Intermediário
21	21,05	100,39	78,08	Intermediário
Média Geral	14,94	83,15	100,53	Avançado

3.5 DISCUSSÃO

Eficiência Amostral – Ao adotar uma superfície amostral de 2.000 m² esperava-se diminuir a variabilidade entre as parcelas. A alta diversidade de espécies e suas respectivas variações de densidade e área basal dentro das formações vegetais, no entanto, fizeram com que um maior número de parcelas fosse necessário para atingir a precisão requerida. Assim, cabe ressaltar que as generalizações sobre a importância das espécies nas formações devem ser aceitas com cautela, em especial para o Ecótono FOM/FES e na FES Montana, onde o número de parcelas instaladas foi pequeno.

Fitossociologia - Gasper *et al.* (2013b) destacaram que nas florestas ombrófilas do estado de Santa Catarina a riqueza de espécies é maior que nas florestas estacionais. No PNI, as formações vegetais com um maior número de parcelas apresentaram uma maior riqueza de espécies, justificando a menor riqueza do Ecótono FES/FOM em relação às florestas estacionais.

Mesmo com a pressão antrópica recorrente, *E. edulis* foi a espécie de maior expressão, com 22,29% do valor de cobertura total da vegetação. Corroborando esse resultado, Jarenkow e Waechter (2001) identificaram *E. edulis* entre as espécies com maior importância em florestas de baixa altitude, mesmo considerando a forte pressão antrópica a qual esta espécie estava submetida.

Na região de ecótono, com exceção de *C. canjerana*, espécie com maior plasticidade (RÍOS *et al.*, 2010), as espécies apresentaram valores próximos para área basal e densidade, expressa também pelo maior valor de *E*, característica de ambientes de Ecótono (IBGE, 2012). Esta região diferenciou-se em termos florísticos e fisionômicos das florestas estacionais devido à predominância de espécies que caracterizam a FOM, em especial, *A. angustifolia* dominando o dossel e *I. paraguariensis* no sub-bosque.

Dentre as espécies de maior importância, a única Lauraceae observada com elevado valor de cobertura neste ambiente foi *N. lanceolata*, diferentemente dos demais ambientes, em menores altitudes, onde *N. megapotamica* foi a mais representativa. Ao observar os trabalhos de Jarenkow e Waechter (2001), Holz *et al.* (2009), Ríos *et al.* (2010) e Scipioni *et al.* (2011), este resultado também foi constatado e representa forte indicativo de preferência destas espécies em ambientes de maior e menor altitude, respectivamente.

A FES Montana apresentou fisionomia muito semelhante à FES Submontana Típica, com diversidade florística e equabilidade próximas e, no entanto, inferiores em relação ao Ecótono FOM/FES e a FES Submontana Úmida. Resultado atribuído à elevada densidade das espécies Clímax Tolerantes à Sombra *E. edulis* e *S. bonplandii*.

A menor riqueza de na FES Montana em comparação às FES Submontanas foi também associada a menor superfície amostral, já que, espécies de clima úmido tendem a aumentar sua recorrência nestas regiões de maior altitude. Entre as 10 espécies de maior importância ocorreram *A. triplinervia*, *O. silvestris*, *I. venulosa*, *H. balansae* e *P. rivularis*, as quais substituíram *N. megapotamica*, *M. stipitatum*, *C.*

gonocarpum, *O. diospyrifolia* e *G. kunthiana*, de maior importância na FES Submontana Típica, o que pode estar associado à redução de temperatura média anual e da fertilidade do solo nas maiores altitudes.

Corroborando esta hipótese, as espécies de maior importância para FES Montana foram observadas na FES Submontana, como foi o caso de *A. triplinervia*, identificada também com o maior valor de importância nos trabalhos de Goetzke (1990) e Costa Filho *et al.* (2006). Dentre as demais espécies, *H. balansae*, *O. silvestris* e *P. rivularis* foram encontradas com valores de importância intermediários na FES Submontana Típica do próprio PNI; *I. venulosa* apresentou baixa densidade nas menores altitudes, com exceção da parcela quatro, resultado provavelmente associado ao GLEISSOLO MELÂNICO Tb Eutrófico, exclusivo desta parcela.

Costa Filho *et al.* (2006) e Del Quiqui *et al.* (2007) identificaram também a presença de algumas das espécies da FES Submontana Típica do PNI com valores intermediários de importância para uma FES Submontana no Noroeste do estado do Paraná, ocorrendo em associação a outras espécies da região Central do Brasil. Esses autores destacaram apenas *C. gonocarpum* com valor de importância entre as 10 melhor colocadas, corroborando com o levantamento no PNI; Del Quiqui *et al.* (2007) identificaram também *A. polyneuron* entre as 10 mais importantes.

Holz *et al.* (2009) trabalharam com FES Submontana no nordeste da Argentina, às margens do Parque Nacional del Iguazú, em fragmentos onde a extração madeireira no passado foi seletiva, da mesma forma que as florestas analisadas no presente estudo. Em seus resultados, os autores identificaram para a região de Andresito cinco espécies em comum com as de maior importância para FES Submontana Típica do PNI. Foram elas *C. gonocarpum*, *E. edulis*, *G. kunthiana*, *N. megapotamica* e *C. canjerana*; outras espécies identificadas pelos autores ocorreram com menor importância no PNI, entre elas *A. australe*, *B. densiflora*, *D. sorbifolia*, *A. glandulosa* e *E. contortisiliquum*.

Borgo (1999) trabalhou com FES Submontana Típica e Aluvial na região Norte do estado do Paraná e encontrou *E. edulis*, *G. kunthiana*, *C. canjerana* e *S. bonplandii* entre as espécies com maiores valores de importância. No presente trabalho estas espécies foram observadas entre as de maior importância apenas na FES Submontana Típica, bem como, foram pouco representativas na FES Submontana Úmida, o que reflete a importância da classificação das parcelas na

vegetação antes de um estudo fitossociológico, principalmente quando diferenças nos gradientes ambientais podem ser detectadas.

As FES Montana e Submontana Típica apresentaram fisionomia diferente daquela observada na FES Submontana Úmida, com árvores exuberantes no estrato emergente, logo acima do dossel relativamente aberto; características descritas por Maack (1968) e Leite e Klein (1990) para caracterizar as florestas estacionais de forma geral. Entre as espécies que apareceram caracterizando o dossel emergente estão, além de *A. polyneuron* e *H. balansae* que tiveram altos valores de cobertura, *D. sorbifolia*, *A. leiocarpa*, *P. dubium*, *A. colubrina*, *E. contortisiliquum*, *P. rigida*, *J. spinosa*, *M. frondosus* e *C. trichotoma*.

No ambiente de FES Submontana Úmida, *C. americana* apresentou o maior valor de cobertura, seguida com valores muito próximos por *N. megapotamica*, *O. diospyrifolia*, *M. stipitatum* e *S. brasiliensis*. Ao contrário dos ambientes aluviais do Sul do Brasil comumente dominados por *S. commersoniana*, este setor apresentou alta equabilidade e diversidade, com espécies de diferentes grupos ecológicos entre as de maior importância; resultado justificado pela variabilidade geomorfológica e pedológica, bem como, pela predominância de solos sem hidromorfismo. Souza *et al.* (2003) retrataram em seu trabalho realizado em FES ripárias de relevo acidentado no estado de Minas Gerais as mesmas características; os autores atribuíram à elevada equabilidade ($E = 0,86$) e diversidade ($H' = 4,26 \text{ nats.árvore}^{-1}$) encontradas à alta heterogeneidade ambiental na área do estudo.

Esta subformação também apresentou semelhança com a Floresta Estacional Aluvial/Submontana analisada por Scipioni *et al.* (2013), na qual, os índices de diversidade ($H' = 3,42 \text{ nats.árvore}^{-1}$) e equabilidade ($E = 0,83$) foram maiores que os observados na FES Submontana daquela área de estudo. Entre as 10 espécies de maior importância destacaram-se em comum *L. divaricata* e *S. brasiliensis*; *N. megapotamica* e *C. americana* ficaram na décima terceira e décima sexta posição, respectivamente para um total de 83 espécies no trabalho destes autores. Outras espécies em comum foram *S. romanzoffiana* e *C. gonocarpum*, no entanto, com menor importância.

Em área basal e densidade, as FES Montana e FES Submontana Típica apresentaram valores semelhantes entre si e ao trabalho de Scipioni *et al.* (2011). Destaca-se que estes autores identificaram uma fisionomia diferente daquela observada no PNI, uma vez que *E. edulis* e *A. polyneuron* não ocorreram, sendo

substituídas no sub-bosque por *Gymnanthes concolor* e dossel representado por um maior número de árvores de *H. balansae*, *A. leiocarpa* e *D. sorbifolia*. Jarenkow e Waechter (2001) identificaram 1.885 árvores.ha⁻¹ em uma FES Submontana, bem acima dos resultados encontrados no PNI e, justificado pela associação de elevadas densidades de *E. edulis*, *G. concolor* e *S. bonplandii*.

A ocorrência de uma espécie nos diferentes estratos verticais da floresta reflete o seu sucesso de adaptação e assegura sua manutenção no ambiente. Em sua maioria, as espécies de maior importância no PNI apresentaram esta característica, com exceção de *S. bonplandii*, *Guarea kunthiana*, *P. rivularis* e *I. venulosa*, espécies adaptadas ao ambiente de sombra, seja imediatamente abaixo do dossel ou sub-bosque; *U. baccífera* é um arbusto fanerófito, o que justifica sua ocorrência exclusiva no estrato inferior da vegetação.

A. angustifolia foi a única espécie dentre as de maior importância que não ocorreu nos estratos inferiores da vegetação, resultado que pode estar associado à região de Ecótono entre a FOM e FES, onde o clima mais seco e quente, comparativamente às regiões centrais do Sul do Brasil, dificulta sua regeneração na vegetação com dossel formado. Péllico Netto (1968) e Ziller (1998) destacaram a presença com altas densidades desta espécie nas florestas da região Centro-Norte do Parque, recobrindo os vales dos maiores rios onde a umidade é maior, fato que corrobora este resultado. A intensa exploração madeireira no Parque antes de sua criação em 1939 não pode ser descartada também como fator da condição atual desta espécie no local.

Florística das Parcelas - As 167 espécies identificadas neste trabalho, somadas às espécies encontradas por Ziller (1998), totalizaram a ocorrência de um total de 218 espécies arbóreas no PNI. Deste total, foram identificadas 81 em comum, 51 exclusivas do trabalho de Ziller (1998) e 86 exclusivas do presente trabalho. Ramos *et al.* (2008) identificaram 238 espécies em um fragmento de FES no São Paulo, Silva e Soares-Silva (2000) identificaram 206 espécies no Noroeste do Paraná enquanto, Gasper *et al.* (2013b) para o estado de Santa Catarina identificaram 233 entre espécies arbóreas e arbustivas/subarbóreas. Outros pesquisadores no Sul do Brasil identificaram menor riqueza de espécies para levantamentos de fragmentos menores de FES, entre eles Goetzke (1990); Jarenkow e Waechter (2001); Giehl e Jarenkow (2008); Scipioni *et al.* (2011); Ríos *et*

al. (2010) e Bianchini *et al.* (2003), respectivamente com 122, 55, 82, 72, 116 e 64 espécies.

As famílias botânicas Fabaceae e Myrtaceae foram mais representativas em número de espécies, semelhante ao observado por Oliveira-Filho e Fontes (2000) para FES do sudeste brasileiro e o de Jarenkow e Waechter (2001) na região Central do Rio Grande do Sul. Estas famílias também apresentaram maior riqueza em trabalhos no Noroeste e Norte do Paraná (BORG, 1999; SILVA e SOARES-SILVA, 2000), Noroeste de Santa Catarina (SCIPIONI *et al.*, 2011) e Rio Grande do Sul (GIEHL e JARENKOW, 2008) e Nordeste da Argentina (RÍOS *et al.*, 2010).

Outras famílias em comum no PNI em relação à Borge (1999), Jarenkow e Waechter (2001), Silva e Soares-Silva (2000) e Ríos *et al.* (2010) foram Meliaceae e Lauraceae, observadas entre as cinco de maior riqueza. Em comparação com Oliveira-Filho e Fontes (2000), apenas Lauraceae aparece com alta riqueza de espécies; Scipioni *et al.* (2011) e Giehl e Jarenkow (2008) observaram apenas Meliaceae, justificado pelo estágio inicial de sucessão e por se tratar de florestas aluviais, respectivamente.

Meira-Neto e Martins (2002) realizaram análise de similaridade entre fragmentos de FES Montana de Minas Gerais, entre 650 e 800 m de altitude, e FES de São Paulo e do Norte do Paraná. Com base nos resultados, os autores levantaram a hipótese de que a similaridade florística entre as FES Montana do sudeste brasileiro aumente em relação à FES Submontana à medida que se aumenta a latitude.

Comparando as espécies que ocorreram na FES Submontana do PNI foram identificadas 27 em comum com o trabalho de Meira-Neto e Martins (2002), corroborando aparentemente com sua hipótese. Algumas das espécies, inclusive, corresponderam às de maior importância na FES Submontana do PNI, entre elas *C. gonocarpum*, *M. stipitatum* e *S. bonplandii*.

A favor da hipótese desses autores, constatou-se também uma elevada amplitude de dispersão ao longo do gradiente altitudinal do PNI para 52 espécies estacionais, indicadoras de altitude no estado de São Paulo (MEIRA-NETO *et al.*, 1989). O resultado desta análise identificou que 13 espécies ocorreram no PNI, das quais, 11 foram encontradas na FES Submontana: *A. triplinervia*, *L. divaricata*, *C. canjerana*, *C. fissilis*, *C. decandra*, *C. obliqua*, *A. edulis*, *C. speciosa*, *H. albus*, *M.*

umbellata e *P. ambigua*; *C. vernalis* ocorreu apenas nas florestas montanas e *R. brasiliensis* foi restrita ao Ecótono FOM/FES.

Também corroborando este resultado, foi constatada semelhança florística entre a FES Montana do PNI e os trabalhos de Jarenkow e Waechter (2001) e Scipioni *et al.* (2011), ambos para florestas estacionais submontanas, abaixo de 550 m de altitude, em latitudes mais ao sul. Nesta análise foram identificadas 30 (54,54%) e 42 (53,16%) espécies em comum, respectivamente para um total de 55 e 79 espécies.

Estágio Sucessional - Budowski (1965) descreveu que em florestas fechadas não perturbadas ou em estágios sucessionais mais avançados, a regeneração de espécies Pioneiras está condicionada ao surgimento de clareiras, justificando o baixo valor de cobertura para este grupo ecológico no PNI. Holz *et al.* (2009) descreveram que florestas primárias do nordeste da Argentina foram compostas em sua ampla maioria por espécies Clímax Exigentes em Luz e Tolerantes à Sombra, restando um percentual próximo de 25% de espécies Pioneiras.

De forma análoga foi observada ampla recorrência de espécies Clímax Tolerante à Sombra, representadas em maior importância por *E. edulis*, *S. bonplandii*, *S. brasiliensis*, *N. megapotamica*, *O. diospyrifolia*, *B. riedelianum* e *C. gonocarpum*, corroborando também com os resultados encontrados por Holz *et al.* (2009). Este grupo ecológico correspondeu em média a 100,53% do total do valor de cobertura para a vegetação e, somado às espécies Clímax Exigentes em Luz totalizaram 183,68%.

Ziller (1998) descreveu em seu trabalho que a região Central do Parque apresentou menor indicativo de ação antrópica, justificado pela fisionomia exuberante da vegetação e elevada diversidade florística. Corroborando a indicação da autora, no presente trabalho além de *A. polyneuron*, outras espécies características da vegetação em estágio avançado das florestas estacionais foram recorrentes nesta região, entre elas *A. leiocarpa*, *M. frondosus*, *B. riedelianum*, *J. spinosa*, *L. muehlbergianus* e *H. balansae*. Destaca-se também a maior amplitude de diâmetros nas parcelas instaladas nesta região, denominada FES Submontana Típica.

Algumas das parcelas situadas nos vales dos rios da região Central, no entanto, apresentaram menor amplitude de diâmetros e recorrência de espécies Pioneiras, locais reduzidos a estágios intermediários de sucessão ecológica. Fato

que pode estar associado à maior umidade e relevo movimentado (CURCIO *et al.*, 2007; MUCHAILH *et al.*, 2010). Outro fator que pode estar associado seria a maior incidência de luz no sub-bosque da vegetação das encostas, resultando em um efeito semelhante ao efeito de borda (SCHORN e GALVÃO, 2009).

A menor amplitude de diâmetros e uma maior concentração de árvores com ponto de inversão morfológica abaixo de sete metros de altura foi indicativo de estágio intermediário de sucessão para duas parcelas da porção sul e sudoeste do PNI (um e seis). Ziller (1998) destacou que, nesta região, a ação antrópica ocorreu por meio da substituição da vegetação para uso agrícola, ao contrário da exploração madeireira das demais áreas, o que torna lento o processo de restauração do padrão original da vegetação.

A região de Ecótono entre a FOM e FES também apresentou estágio intermediário de sucessão ecológica, indicado pela redução em área basal, menor amplitude de diâmetros e do ponto de inversão morfológica. Este resultado foi justificado pela forte antropização que ocorreu no passado, devido à proximidade das matas com a região da atual cidade de Santa Tereza do Oeste (ZILLER, 1998). Por mais intenso que tenha sido o processo de extração madeireira neste local, a vegetação manteve seu potencial de recuperação, constatada pela presença e importância de espécies características de florestas ombrófilas no sub-bosque e dossel.

3.6 CONCLUSÕES

O Parque Nacional do Iguaçu apresenta uma elevada diversidade arbórea, composta na região Central e Sul pela FES Submontana e mais ao Norte, pelas FES montana e Ecótono entre a FOM e FES. Espécies características de florestas ombrófilas do Sul do Brasil predominaram fisionalmente a vegetação em altitudes acima de 700 m, apesar da associação com espécies estacionais.

A. polyneuron e *E. edulis* apresentaram os maiores valores de cobertura na FES Montana e Submontana Típica e, junto com outras espécies típicas de florestas estacionais caracterizaram a fisionomia comumente descrita na literatura. A FES Submontana Úmida, por sua vez, foi caracterizada pela maior diversidade e equabilidade, resultado do relevo movimentado e maior umidade. Entre as espécies

de maior importância deste ambiente estão *C. americana*, *N. megapotamica*, *S. brasiliensis* e *S. romanzoffiana*.

De modo geral, ao longo de todo o Parque foram observadas florestas em estágio sucessional avançado. A região Central do Parque apresentou poucos indicativos de ação antrópica e retrata, com mais precisão, as florestas estacionais originais que recobriram o terceiro planalto paranaense. As florestas da região sul e do extremo norte ainda apresentam sinais da antropização, onde algumas espécies apresentaram baixa recorrência e dependerão de um longo período de abandono e isolamento para que retornem ao seu estado original.

3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. Análise Florística e Estrutura de Florestas de Várzea no Estuário Amazônico. **Acta Amazônica**. v. 34, n.4, p. 513-524, 2004.

ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; BARROS, P. L. C.; FRANCO, S. Análise de Agrupamento da Vegetação de um Fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 133-147, 2004.

ARAUJO, M. M.; CHAMI, L.; LONGHI, S. J. AVILA, A. L.; BRENA, D. A. Análise de Agrupamento em Remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Florestal**. v. 20, n. 1, p. 1-18, 2010.

AUGUSTYNICZIK, A. L. D.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO-FILHO, A.; NETTO, S. P. Avaliação do Tamanho de Parcelas e de intensidade de Amostragem em Inventários Florestais. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 361-368, 2013.

BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Fitossociologia do Sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no Município de Araucária, PR. **Ciência Florestal**, v.14, n.1, p-35-45, 2004.

BIANCHINI, E.; POLOPO, R. S.; DIAS, M. C.; PIMENTA, J. A. Diversidade e Estrutura de Espécies Arbóreas em Área Alagável do Município de Londrina, Sul do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. v.17, n.3, p. 405-419, 2003.

BORGO, M. **Caracterização do Componente Arbóreo de um Remanescente de Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Parque Estadual de Vila Rica do Espírito Santo, Fênix – PR**. 51 f. (Monografia) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica. Curitiba. 1999.

BOTREL, R. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do Solo e Topografia sobre as Variações da Composição Florística e Estrutura da

Comunidade Arbórea-arbustiva de uma Floresta Estacional Semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 195-213, 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 2, de 18 de Março de 1994. Define formações vegetais primárias e estágios sucessionais de vegetação secundária, com finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Paraná. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. n. 59, p. 4513-4514, 28 de março de 1994. Seção 1.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Relationships Between Tree Component Structure, Topography and Soils of a Riverside Forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, v. 189, p. 187-200, 2007.

BUDOWSKI, G. Distribution of Tropical American Rain Forest Species in the Light of Successional Processes. **Turrialba**. v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

COSTA FILHO, L. V.; NANNI, M. R.; CAMPOS, J. B. Floristic and Phytosociological Description of a Riparian Forest and the Relationship with the Edaphic Environment in Caiuá Ecological Station, Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n.5, p. 785-798, 2006.

CURCIO, G. R.; GALVÃO, F.; BONNET, A.; BARDDAL, M. L.; DEDECEK, R. A. A Floresta Fluvial em dois Compartimentos do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Floresta**. v. 37, n.2, p. 125-147, 2007.

DEL QUIQUI, E. M.; MARTINS, S. S.; SILVA, I. C.; BORGHI, W. A.; SILVA, O. H.; SAKURAGUI, C. M. PACHECO, R. B. Estudo Fitossociológico de um Trecho da Floresta Estacional Semidecidual em Diamante do Norte, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientia Agronômica** v. 29, n.2, p.283-290, 2007.

FERREIRA, L. M. **Revisão do Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu - Encarte 5, com Vistas à Revisão do Plano de Manejo**. Brasília, 1999.

FERREIRA-JÚNIOR, W. G.; SILVA, A. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MEIRA NETO, J. A. A.; DIAS, A. S.; IGNACIO, M.; MEDEIROS, M. C. M. P. Influence of Soils and Topographic Gradients on Tree Species Distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 64, n. 2, p. 137–157, 2007.

GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C.; SOBRAL, M.; UHLMAN, A.; LINGNER, D. V.; RIGON-JÚNIOR, M. J.; VERDI, M.; STIVAL-SANTOS, A.; DREVECK, S.; KORTE, A. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Espécies da Floresta Ombrófila Mista. **Rodriguésia**, v. 64, n. 2, p. 201-210, 2013a.

GASPER, A. L.; UHLMAN, A.; SEVEGNANI, L.; LINGNER, D. V.; RIGON-JÚNIOR, M. J.; VERDI, M.; STIVAL-SANTOS, A.; DREVECK, S.; SOBRAL, M.; VIBRANS, A. C. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Espécies da Floresta Estacional Decidual. **Rodriguésia**, v. 64, n. 3, p. 427-443, 2013b.

GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, J. A. Gradiente Estrutural no Componente Arbóreo e Relação com Inundações em uma Floresta Ribeirinha, Rio Uruguai, Sul do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. v. 22, n.3., p. 741-753, 2008.

GOETZKE, S. **Estudo Fitossociológico de uma Sucessão Secundária no Noroeste do Paraná, Proposta para Recuperação de Áreas Degradadas**. 239 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Curitiba, 1990.

HIGUCHI, P. OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SILVA, A. C.; MACHADO, E. L. M.; SANTOS, R. M.; PIFANO, D. S. Dinâmica da Comunidade Arbórea em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana em lavras, Minas Gerais, em Diferentes Classes de Solos. **Árvore**, v. 32, n. 3, p. 417-426, 2008.

HOLZ, S.; PLACCI, G. P.; QUINTANA, R. D. Effects of History of use on secondary Forest regeneration in the Upper Parana Atlantic Forest (Misiones, Argentina). **Forest Ecology and Management**, v. 258, p. 1629-1642, 2009.

IBDF/FBCN. **Plano de Manejo: Parque Nacional do Iguaçu**. Brasília, 1981.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Manuais Técnicos em Geociências. ed. 2. Rio de Janeiro, 2012.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, Estrutura e Relações Florísticas do componente Arbóreo de uma Floresta Estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Brasileira de Botânica**. v. 24, n.3, p.263-272, 2001.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In:____. **Geografia do Brasil: Região Sul**. IBGE, Rio de Janeiro, v. 2, p.113-150, 1990.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. BRDE/ IBPT/ UFPR, Editora Max Roesner, Curitiba, 1968.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. VIANNA, D. M. (trad.). Curitiba: UFPR, 2011.

MAINGI, J. K.; MARSH, S. E. Composition, Structure, and Regeneration Patterns in a Gallery Forest Along the Tana River Near Bura, Kenya. **Forest Ecology and Management**, v. 236, p.211-228, 2006.

MARCUZZO, S. B.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Estrutura e Relações Ambientais de Grupos Florísticos em Fragmento de Floresta Estacional Subtropical. **Árvore**, v.37, n.2, p.275-287, 2013.

MEIRA-NETO, J. A. A.; BERNACCI, L. C.; GROMBONE, M. T.; TAMASHIRO, J. T.; LEITÃO FILHO, H. F. Composição Florística da Floresta Semidecídua de Altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia, Estado de São Paulo). **Acta Botânica Brasilica**, v. 3 n.2, p. 51-74, 1989.

MEIRA-NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Composição Florística de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no Município de Viçosa - MG. **Árvore**, v.26, n.4, p. 437-446, 2002.

MUCHAILH, M. C.; RODERJAN, C. V.; CAMPOS, J. B.; MACHADO, A. L. T.; CURCIO, G. R. Metodologia de Planejamento de Paisagens Fragmentadas Visando a Formação de Corredores Ecológicos. **Floresta**, v. 40, n. 1, p. 147-162. 2010.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley, 1974.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FONTES, M. A. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forest in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Aspectos Florísticos, Fitossociológicos e Ecológicos de um Sub-bosque de Terra Firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, vol. 35, n.1, p. 1-16, 2005.

PÉLLICO NETTO, S.; *et al.* **Inventário de Reconhecimento do Parque Nacional do Iguaçu**. Curitiba, Centro de Pesquisas Florestais da Universidade Federal do Paraná e Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1968.

PIELOU, E. C. **Ecological Diversity**. New York: Wiley InterScience. 1975.

RAMOS, V. S.; DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F.; RODRIGUES, R. R. **Árvores da Floresta Estacional Semidecidual: Guia de Identificação de Espécies**. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo: BIOTA/FAPESP, 2008.

RÍOS, R. C.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R.; Estructura de las Principales Especies Arbóreas en el Parque Cruce Caballero y su Similitud Florística con Areas de Argentina y de Brasil. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 193-206, 2010.

SAUERESSIG, D. **Levantamento Dendrológico na Floresta Ombrófila Mista e Implementação de um Sistema de Identificação "Online"**. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2012.

SCHORN, L. A.; GALVÃO, F. Dinâmica do Estrato Arbóreo em Três Estádios Sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa em Blumenau, SC. **Cerne**, v. 15, n. 2, p. 221-235, 2009.

SCIPIONI, M. C.; FINGER, C. A. G.; CANTARELLI, E. B.; DENARDI, L.; MEYER, E. A. Fitossociologia em Fragmento Florestal no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 407-417, 2011.

SCIPIONI, M. C.; LONGHI, S. J.; BRANDELERO, C.; PEDRON, F. A.; REINERT, D. J. Análise Fitossociológica de um Fragmento de Floresta Estacional em uma Catena de Solos no Morro do Cerrito, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 457-466, 2012.

SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição Florística e Estratégias de Dispersão e Regeneração de Grupos Florísticos em Florestas Estacionais Deciduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, v. 43, n. 2, p. 241 - 254, 2013.

SILVA, F. C.; SOARES-SILVA, L. H. Arboreal flora of the Godoy Forest State Park, Londrina, PR. Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, vol. 57, n.1, p. 107-120, 2000.

SILVA, V. F.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACEDO, R. L. G.; CARVALHO, W. A. C.; VAN DEN BERG, E. Caracterização Estrutural de um Fragmento de Floresta Semidecídua no Município de Ibituruna, MG. **Cerne**, v.9, n.1, p. 92-106, 2003.

SILVA, C. P. de C.; OLIVEIRA-FILHO A. T.; VAN DEN BERG, E.; SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, A. D. Composição Florística na Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila. In:____. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Semidecidual e Ombrófila - Florística, Estrutura, Diversidade, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Áreas aptas para o Manejo Florestal**. Lavras: UFLA, 2008. Cap. 3, p. 193-229.

SOUZA, J. S.; ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BOTEZELLI, L. Análise das Variações Florísticas e Estruturais da Comunidade Arbórea de um Fragmento de Floresta Semidecídua às Margens do Rio Capivari, Lavras - MG. **Árvore**. vol. 27 n. 2, p. 185-206, 2003.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the Definition of Ecological Species Groups in Tropical Rain Forests. **Vegetatio**, v. 75, n. 1-12, p. 81-86, 1988.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição Florística e Estrutura Fitossociológica de uma Floresta Ripária em Itutinga, MG, e Comparação com Outras Áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 23, n.3, p. 231-253, 2000.

ZILLER, S. R. **Avaliação Ecológica Rápida do Parque Nacional do Iguaçu**. 1ª ed. IBAMA: Curitiba, 1998.

4 DINÂMICA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU

4.1 RESUMO

Considerando a sua extensão e nível de preservação, o Parque Nacional do Iguaçu não pode ser desprezado quando o objetivo é o estudo das florestas estacionais e ombrófilas no Sul do Brasil. Por se tratar do primeiro trabalho florestal com o uso de parcelas permanentes realizado nesta Unidade de Conservação, a amostragem foi delineada de forma a identificar a maior variabilidade florística e ambiental (climática e pedológica) possível, composta por sete grupos de três parcelas totalizando uma superfície amostral de 42.000 m². Três objetivos foram priorizados neste capítulo: (I) analisar o comportamento da dinâmica da vegetação em relação a sua estrutura diamétrica; (II) avaliar se as variáveis ambientais (climáticas e pedológicas) afetaram a dinâmica da vegetação e; (III) analisar o efeito das características fitossociológicas e fitossanitárias no crescimento em diâmetro das árvores. Entre os resultados, o incremento periódico médio em diâmetro foi afetado de forma significativa entre as classes de diâmetro e variáveis ambientais analisadas. O incremento em área basal e as taxas de mortalidade e ingresso não se alteraram de forma significativa apesar das correlações observadas para alguns gradientes ambientais, resultado atribuído ao curto período de medição (2011 a 2013) e a ausência de condições extremas para as variáveis ambientais. Entre as características fitossociológicas e fitossanitárias atribuídas às árvores, a luminosidade e o desenvolvimento da copa apresentaram as melhores associações com o crescimento em diâmetro.

Palavras-Chave: Distribuição diamétrica; Variáveis ambientais; Fitossociologia.

4.2 INTRODUÇÃO

O principal objetivo no estudo da dinâmica da vegetação é o conhecimento das taxas de crescimento, mortalidade e ingresso. Estas informações indicam os possíveis fatores que estão influenciando as alterações demográficas da floresta e permitem a definição de possíveis estratégias de manejo (VANCLAY, 1994).

No Brasil, Chagas *et al.* (2001) destacaram que a falta de pesquisas associadas à dinâmica em florestas e sua produção futura dificultava o

desenvolvimento de programas de manejo. Atualmente este fato já não reflete a realidade, uma vez que muitas pesquisas foram desenvolvidas na última década, entre elas as de Silva *et al.* (2002), Austregésilo *et al.* (2004), Oliveira-Filho *et al.* (2007), Scolforo *et al.* (2008), Higuchi *et al.* (2008), Figueiredo Filho *et al.* (2010), Stepka *et al.* (2010), Carvalho e Felfili (2011) e Costa *et al.* (2012). Apesar da ampliação nas pesquisas, poucos são os trabalhos que podem ser observados para as florestas estacionais da região Sul, principalmente quando se trata do estado do Paraná, onde esta formação representa uma expressiva área de abrangência.

Uma das dificuldades encontradas para a realização destes trabalhos está no elevado nível de degradação que esta vegetação sofreu, bem como, na restrição cultural das populações rurais aos benefícios econômico, social e ambiental que as florestas e suas espécies podem gerar. Buscando incentivar a preservação e o uso de espécies nativas alguns experimentos com plantios florestais foram desenvolvidos no passado, nos estados de Santa Catarina (REITZ *et al.*, 1978), Paraná (INOUE *et al.*, 1984), Rio Grande do Sul (REITZ *et al.*, 1983) e no Brasil (CARVALHO *et al.*, 1994), no entanto, sem considerar as variáveis ambientais que afetam cada uma, resultando na identificação de baixas produtividades para espécies potenciais. Atualmente, a retomada dessa linha de pesquisa pode ser observada no Projeto Biomas, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Florestas (EMBRAPA) em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária Brasileira (CNA), desde o ano de 2010.

Para atender a demanda deste tipo de projeto, bem como, futuros planos de manejo para populações florestais nas diferentes regiões de domínio fitogeográfico da Mata Atlântica, inventários contínuos com redes de parcelas permanentes são necessários tanto nos fragmentos secundários, quanto em unidades de conservação. Nesta última, apesar de haver limitações legais à realização de experimentos que envolvem a supressão, inventários contínuos fornecem valiosas informações sobre a dinâmica da vegetação e suas relações com o ambiente, bem como, permitem o desenvolvimento e o aprimoramento das técnicas que podem ser usadas em áreas florestais passíveis de manejo.

O Parque Nacional do Iguaçu (PNI) é a maior unidade de conservação (UC) extra-amazônica do Brasil, composta predominantemente por florestas estacionais e ombrófilas (FERREIRA, 1999), duas formações vegetais de grande relevância para o Bioma Mata Atlântica. Nesta UC, uma rede de parcelas permanentes foi instalada

com o objetivo principal de ampliar o conhecimento sobre a ecologia de suas florestas e espécies arbóreas. Neste capítulo, foram considerados três objetivos: (I) analisar o comportamento da dinâmica da vegetação entre os anos de 2011 e 2013 em relação a sua estrutura diamétrica; (II) verificar se as variáveis ambientais (climáticas e pedológicas) afetam a dinâmica da vegetação e; (III) identificar se as características fitossociológicas e fitossanitárias afetam o crescimento em diâmetro das árvores.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 Área de Estudo

A caracterização da área de estudo está descrita no item 1.2.1.

4.3.2 Dados e Análises

Nos itens 1.2.2 a 1.2.5 estão descritas a amostragem e os métodos gerais da pesquisa utilizados para a coleta dos dados e, no item 3.4.1, é apresentado o resultado para a eficiência amostral. Desta forma, neste item, serão descritas a metodologia utilizada para a análise da dinâmica da vegetação em relação à estrutura diamétrica e às variáveis ambientais, bem como, para a análise do efeito das características fitossociológicas e fitossanitárias no crescimento em diâmetro das árvores.

No primeiro levantamento, em 2011, foi mensurado o diâmetro a 1,30 m do solo de todos os fustes das árvores vivas com diâmetro igual ou superior a cinco centímetros (cm), sendo as árvores numeradas de forma sequencial com plaquetas de alumínio. Para cada fuste foi atribuído um critério de posição sociológica, desenvolvimento de copa, luminosidade na copa e sanidade, seguindo critérios adaptados de Stepka (2008), previamente estabelecidos na Tabela 4.1. No ano de 2013 foi realizado um novo levantamento de dados nas parcelas seguindo os mesmos critérios de mensuração. Para os fustes das árvores mortas foi atribuído valor de diâmetro igual à zero. As árvores que atingiram o limite mínimo de diâmetro foram devidamente mensuradas, identificadas e demarcadas, sendo denominadas como ingresso.

TABELA 4.1 - CRITÉRIOS FITOSSOCIOLÓGICOS E FITOSSANITÁRIOS PARA CARACTERIZAR AS ÁRVORES NO INVENTÁRIO FLORESTAL DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.

Característica	Critério de Avaliação		
	1	2	3
Posição Sociológica	Dossel e Emergente	Imediatamente Abaixo do Dossel	Sub-bosque
Luminosidade na Copa	Completamente Exposta à Luz	Parcialmente Exposta à Luz	Completamente Sombreada
Desenvolvimento de Copa	Bem Desenvolvida e Vigorosa	Pouco Desenvolvida e Irregular	Danificada
Sanidade	Saudável	Danificada	Muito Danificada

A dinâmica da vegetação foi analisada por meio do incremento periódico médio em diâmetro (IP_d) (cm), incremento periódico em área basal (IP_G) ($m^2.ha^{-1}$), mortalidade (árvores. ha^{-1}), ingresso (árvores. ha^{-1}), recrutamento (árvores. ha^{-1}) e taxas percentuais de mortalidade ($M\%$) e ingresso ($I\%$). O IP_d foi obtido pela diferença entre as duas medições, considerando os fustes das árvores vivas contabilizados nas duas medições. O IP_G foi obtido pela diferença entre a área basal ($m^2.ha^{-1}$) nas duas medições.

O ingresso foi obtido pela contagem das árvores que atingiram o limite mínimo de medição de cinco centímetros enquanto que, a mortalidade foi obtida pela contagem das árvores mortas, ambas na segunda medição. O recrutamento foi determinado pela contagem das árvores que passaram de uma classe de diâmetro para outra, dentro do período de medição das parcelas, devido ao incremento em diâmetro. A $M\%$ e o $I\%$ foram obtidas efetuando-se divisão dos valores absolutos do ingresso e mortalidade pela densidade total de árvores na primeira medição, multiplicados por cem.

A dinâmica foi analisada inicialmente por classe de diâmetro. Para isto, foram definidas, baseando-se na amplitude total dos dados, 10 classes com amplitude de 10 cm a partir do diâmetro mínimo de medição. Para evitar um excessivo número de classes, foram agrupadas as árvores com diâmetro igual ou superior a 95 cm na décima classe.

O IP_d apresentou um elevado número de observações (fustes) nas diferentes classes diamétricas e oportunizou a realização de uma análise estatística para a comparação de suas médias. Para esta análise, as classes de diâmetro foram consideradas tratamentos de um experimento com delineamento inteiramente casualizado. Foi utilizado o teste de comparação de médias (Tukey) precedido da análise de variância (ANOVA).

Modificações significativas na dinâmica associadas às variáveis ambientais foram também verificadas por meio deste mesmo procedimento estatístico. Para isso, as parcelas foram agrupadas de acordo com os patamares de altitude, as posições na rampa de drenagem, as classes de solo e as classes de drenagem do solo, definidos como tratamentos. Os valores de $IP_{\bar{d}}$ dos fustes das árvores e o IP_G , $I\%$ e $M\%$ de cada parcela foram definidas como as observações nos tratamentos.

A fim de verificar se a associação das variáveis ambientais que rege a distribuição das espécies afeta a dinâmica da vegetação, as parcelas foram agrupadas de acordo com a classificação nas diferentes formações vegetais existentes no Parque (Ecótono FOM/FES, FES Montana, FES Submontana Típica e FES Submontana Úmida). O $IP_{\bar{d}}$ entre as espécies de maior importância em cada formação vegetal também foi comparado por meio da ANOVA seguida de teste de Tukey. Nesta análise, no entanto, as espécies foram os tratamentos e os incrementos periódicos de cada fuste foram observações.

O efeito das características fitossociológicas e fitossanitárias no $IP_{\bar{d}}$ foi verificado por meio de procedimento estatístico semelhante ao utilizado para as classes diamétricas e variáveis ambientais. Nesta análise estatística, os fustes foram as observações e cada critério fitossociológico e fitossanitário foi um tratamento. A comparação das médias foi realizada por grupo ecológico e para o total da vegetação, baseando-se na classificação das espécies apresentada no item 3.4.2. Foram consideradas as características atribuídas às árvores na primeira medição, uma vez que as observações da segunda medição estão associadas ao crescimento no período posterior.

4.4 RESULTADOS

4.4.1 Dinâmica da Vegetação por Classe de Diâmetro

A distribuição diamétrica apresentou o padrão típico para florestas de espécies folhosas, reduzindo a partir das primeiras classes e sofrendo alterações pouco perceptíveis entre as medições realizadas (TABELA 4.2). A mortalidade reduziu abruptamente da primeira para a segunda classe e, de forma gradual a partir daí. O ingresso ocorreu em sua totalidade na primeira classe diamétrica. As árvores

que apresentaram recrutamento se limitaram a uma classe de diâmetro, ocorrendo em sua maioria nas primeiras classes.

As espécies arbóreas que apresentaram as maiores mortalidades foram *Euterpe edulis* e *Sorocea bonplandii*, com 8,16% cada; na sequência ficou *Sebastiania brasiliensis*, com 3,06%. A árvore de maior porte morta foi da espécie *Parapiptadenia rigida*, na classe oito. Dentre as árvores que ingressaram, *E. edulis*, *Sorocea bonplandii* e *Guarea kunthiana* apresentaram as maiores densidades, respectivamente com 28,09, 10,64 e 4,26% do total.

TABELA 4.2 - DINÂMICA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU POR CLASSE DE DIÂMETRO ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013.

Classe de Diâmetro	Centro de Classe (cm)	2011		2013		M	I	R	$IP_{\bar{d}}$			IP_G
		N	G	N	G				n	\bar{x}	s	
1	10	721,19	5,05	743,81	5,43	18,10	55,95	15,24	3086	0,59 i	0,68	0,38
2	20	128,33	4,02	135,48	4,21	1,90	-	6,19	550	0,70 h	0,74	0,19
3	30	63,81	4,45	64,05	4,5	1,67	-	4,29	264	0,92 g	0,82	0,05
4	40	35,71	4,47	35,71	4,45	0,71	-	3,57	147	0,94 g	0,83	-0,02
5	50	20,48	4,01	20,71	4,01	0,48	-	2,86	85	1,32 f	1,30	0,00
6	60	10,48	2,8	13,10	3,56	0,00	-	0,24	44	1,43 e	1,03	0,76
7	70	4,76	1,82	4,52	1,77	0,24	-	0,24	19	1,71 d	1,52	-0,05
8	80	1,67	0,82	1,19	0,58	0,24	-	0,48	6	3,11 a	4,29	-0,24
9	90	1,43	0,91	1,67	1,07	0,00	-	0,24	6	2,23 b	1,47	0,16
10	140	3,10	3,38	3,33	3,67	0,00	-	0,00	13	1,98 c	2,08	0,29
Média da Vegetação		990,95	31,73	1023,57	33,25	23,33	55,95	33,33	4220	0,68	0,78	1,52

N - Densidade por hectare (árvores.ha⁻¹); G - Área basal por hectare (m².ha⁻¹); M - Mortalidade (árvores.ha⁻¹); I - Ingresso (árvores.ha⁻¹); R - Recrutamento para a classe de diâmetro superior (árvores.ha⁻¹); $IP_{\bar{d}}$ - Incremento periódico médio em diâmetro (cm); IP_G - Incremento periódico em área basal (m².ha⁻¹); n - número de observações (fustes); \bar{x} - Média (cm); s - Desvio padrão; Médias seguidas de mesma letra não apresentaram diferença significativa para o teste de Tukey ($p = 0,05$). Valor crítico para o teste de Tukey igual a 0,05.

O $IP_{\bar{d}}$ aumentou à medida que avançaram as classes diamétricas, sendo significativamente menor na primeira e maior na oitava classe. Os desvios em relação à média apresentaram maiores valores em classes diamétricas avançadas, resultado do número de observações, que foi menor para estas classes. A árvore que apresentou o maior $IP_{\bar{d}}$ foi um *Ficus luschnathiana* com 11,71 cm na classe oito, seguida por uma árvore de *Cordia americana* e outra de *Nectandra megapotamica* com, respectivamente 8,28 e 6,82 cm nas classes 140 e 50.

A soma da área basal dos ingressos e das remanescentes foi superior à da mortalidade, resultado expresso pelo IP_G positivo para a população total (1,52 m².ha⁻¹). O IP_G apresentou redução gradual até a classe oito, com exceção da classe seis que não apresentou mortalidade; a classe cinco apresentou valor de 0,001, numericamente arredondado para zero. Incrementos positivos em área basal

foram observados para as classes nove e dez, resultado também associado à ausência de mortalidade.

4.4.2 Efeito de Variáveis Ambientais na Dinâmica da Vegetação

Na Tabela 4.3 podem ser observados os resultados da análise estatística para cada uma das variáveis ambientais em relação ao $IP_{\bar{d}}$, IP_G , $M\%$ e $I\%$ de todas as árvores amostradas. Fontes de variação que apresentaram apenas uma parcela não foram incluídas nas análises estatísticas do IP_G , $M\%$ e $I\%$ por não apresentar desvio padrão.

TABELA 4.3 - EFEITO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013.

Variável Ambiental	Fonte de Variação	$IP_{\bar{d}}$		IP_G		$M\%$		$I\%$	
		n	\bar{x}	q	\bar{x}	q	\bar{x}	q	\bar{x}
Patamar de Altitude (m)	150	495	0,97 ^a	3	1,67	3	2,64	3	12,25 ^a
	250	527	0,61 ^{d,e}	3	1,48	3	2,47	3	4,26 ^c
	350	533	0,81 ^b	3	2,26	3	3,04	3	3,15 ^c
	450	759	0,65 ^d	3	0,74	3	3,97	3	5,23 ^c
	550	473	0,74 ^c	3	1,34	3	1,26	3	9,92 ^b
	650	707	0,60 ^e	3	1,93	3	1,15	3	4,62 ^c
	750	726	0,50 ^f	3	1,21	3	2,03	3	3,54 ^c
Classe de Solo	NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico	2106	0,84 ^a	12	1,60	12	3,02	12	8,01
	NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico	654	0,58 ^b	3	1,43	3	1,62	3	4,32
	LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico	220	0,57 ^b	1	1,76	1	0,93	1	3,70
	GLEISSOLO MELÂNICO Tb Eutrófico	253	0,46 ^c	1	1,45	1	0,81	1	2,42
	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico	987	0,48 ^c	4	1,29	4	1,71	4	3,42
Posição na Rampa de Drenagem	Base	1456	0,72 ^a	7	1,58	7	2,87	7	6,14
	Encosta Inferior	355	0,62 ^b	2	1,85	2	2,12	2	1,99
	Encosta Superior	442	0,61 ^b	2	1,31	2	1,71	2	6,23
	Platô	1967	0,68 ^a	10	1,45	10	2,20	10	6,95
Classe de Drenagem	Muito Mal Drenado	253	0,46 ^d	1	1,45	1	0,81	1	2,42
	Moderadamente Drenado	683	0,62 ^c	3	1,72	3	2,41	3	4,42
	Bem Drenado	2462	0,73 ^b	13	1,42	13	2,59	13	7,47
	Acentuadamente Drenado	673	0,61 ^c	3	1,99	3	2,43	3	2,67
	Fortemente Drenado	149	0,82 ^a	1	0,85	1	0,74	1	8,09

$IP_{\bar{d}}$ - Incremento periódico médio em diâmetro (cm); IP_G - Incremento periódico em área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$); $M\%$ - Taxa de mortalidade média; $I\%$ - Taxa de ingresso médio; n - Número de observações (fustes); q - Número de observações (parcelas); \bar{x} - Média; Médias seguidas de mesma letra não apresentaram diferença significativa para o teste de Tukey ($p = 0,05$).

O $IP_{\bar{d}}$ foi o único parâmetro afetado significativamente por todas as variáveis ambientais analisadas, sendo observada correlação negativa com a altitude e positiva com a fertilidade e drenagem do solo. As parcelas situadas nas encostas das rampas de drenagem apresentaram incrementos em diâmetro significativamente menores que as parcelas situadas nas bases e platôs.

A taxa de ingresso apresentou diferenças significativas entre os patamares de altitude, com uma correlação negativa ao longo do gradiente. A $M\%$, apesar de não ter diferença significativa, apresentou também correlação negativa em relação ao gradiente de altitude. O IP_G , por sua vez, não apresentou diferenças significativas nem correlação com os patamares de altitude.

Em relação às classes de solo, o IP_G apresentou correlação positiva com o grau de fertilidade, já as taxas de ingresso e mortalidade não apresentaram associação. Para as demais variáveis ambientais não foi identificar correlações com o IP_G , $I\%$ e $M\%$.

A análise do efeito da associação das variáveis ambientais na dinâmica da vegetação pode ser observada na Tabela 4.4. O $IP_{\bar{d}}$ foi igual nas florestas submontanas, no entanto, significativamente maior que nas florestas montanas. No Ecótono FOM/FES foi observado o menor $IP_{\bar{d}}$, significativamente inferior aos demais. O IP_G e as taxas de mortalidade e ingresso não apresentaram diferenças significativas, apesar dos menores valores nas florestas montanas.

TABELA 4.4 - EFEITO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DINÂMICA DAS DIFERENTES FORMAÇÕES VEGETAIS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013.

Formação Vegetal	2011			$IP_{\bar{d}}$			q	IP_G	$M\%$	$I\%$
	N	G	\bar{d}	n	\bar{x}	s				
Ecótono FOM/FES	1150,00	27,35	13,36	726	0,50 ^c	0,61	3	1,21	2,03	3,54
FES Montana	1173,33	36,84	14,58	707	0,60 ^b	0,76	3	1,93	1,15	4,62
FES Submontana Típica	966,88	33,42	15,09	1530	0,76 ^a	0,86	8	1,27	3,05	8,29
FES Submontana Úmida	872,14	29,48	15,03	1257	0,73 ^a	0,76	7	1,76	2,26	5,44
Média da Vegetação	990,95	31,73	14,69	4220	0,68	0,78	21	1,52	2,36	5,65

N - Densidade de árvores por hectare (árvores.ha⁻¹); G - Área basal por hectare (m².ha⁻¹); \bar{d} - Diâmetro médio a altura do peito (cm); $IP_{\bar{d}}$ - Incremento periódico médio em diâmetro (cm); n - Número de observações (fustes); \bar{x} - Média (cm); s - Desvio padrão; q - Número de observações (parcelas); IP_G - Incremento periódico em área basal (m².ha⁻¹); $M\%$ - Taxa percentual de mortalidade; $I\%$ - Taxa percentual de ingresso; Médias seguidas da mesma letra não apresentaram diferença significativamente para o teste de Tukey ($p = 0,05$).

Na Tabela 4.5 pode ser observado o $IP_{\bar{d}}$ das espécies mais importantes em termos fitossociológicos em cada formação vegetal, bem como, os respectivos valores por classe de diâmetro. No Ecótono FOM/FES, *Styrax acuminatus* apresentou $IP_{\bar{d}}$ significativamente superior às demais. *Cedrella fissilis*, *Ilex paraguariensis*, *Nectandra lanceolata*, *Alchornea triplinervia*, *Cabralea canjerana*, *Prunus myrtifolia* e *Araucaria angustifolia* apresentaram $IP_{\bar{d}}$ sem diferença estatística.

TABELA 4.5 - INCREMENTO PERIÓDICO MÉDIO EM DIÂMETRO (IP_d) DAS DEZ ESPÉCIES COM MAIOR IMPORTÂNCIA EM CADA FORMAÇÃO VEGETAL EXISTENTE NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013.

Formação Vegetal	Espécie	VC	n	Centro de Classe de Diâmetro (cm)										Média Aritmética (cm)
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	140	
Ecótono FOM/FES	<i>C. canjerana</i>	16,27	59	0,46	0,93	0,76	0,65	0,64	-	-	-	-	-	0,56 ^{b,c}
	<i>N. lanceolata</i>	15,47	29	0,15	0,85	0,38	0,49	2,64	-	-	-	-	-	0,62 ^b
	<i>P. rigida</i>	11,30	20	0,23	0,10	0,64	0,53	0,19	-	-	-	2,74	-	0,40 ^c
	<i>P. myrtifolia</i>	10,10	23	0,23	0,81	0,88	0,67	0,92	-	-	-	-	-	0,54 ^{b,c}
	<i>I. paraguayensis</i>	9,87	45	0,78	0,45	0,22	-	-	-	-	-	-	-	0,67 ^b
	<i>A. angustifolia</i>	9,17	12	0,08	0,19	0,57	0,24	0,29	1,45	-	-	-	-	0,52 ^{b,c}
	<i>C. fissilis</i>	7,46	22	0,33	0,90	-	1,72	1,51	-	-	-	-	-	0,69 ^b
	<i>S. romanzoffiana</i>	6,90	22	0,30	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18 ^d
	<i>A. triplinervia</i>	6,32	21	0,57	0,53	1,24	-	0,10	-	-	-	-	-	0,61 ^{b,c}
	<i>S. acuminatus</i>	6,29	22	1,85	1,05	1,37	-	-	-	-	-	-	-	1,51 ^a
	Total	200,00	726	0,44	0,55	0,64	0,74	1,08	1,45	-	-	2,74	-	0,50
FES Montana	<i>E. edulis</i>	40,92	205	0,65	0,48	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65 ^b
	<i>A. polyneuron</i>	16,46	13	0,39	0,25	1,43	-	-	-	1,91	-	1,15	0,92	0,84 ^a
	<i>S. bonplandii</i>	15,12	95	0,27	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27 ^c
	<i>A. triplinervia</i>	14,75	24	0,59	-	0,60	1,64	0,86	1,23	-	-	-	1,46	0,89 ^a
	<i>O. silvestris</i>	11,20	39	1,25	0,86	0,58	0,70	0,99	-	-	-	-	-	1,00 ^a
	<i>B. riedelianum</i>	10,72	21	0,60	1,18	1,14	0,52	0,38	-	-	-	-	-	0,62 ^b
	<i>C. canjerana</i>	8,79	15	0,53	0,57	0,29	-	0,24	-	1,40	-	1,02	-	0,57 ^b
	<i>I. venulosa</i>	6,47	40	0,24	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23 ^c
	<i>H. balansae</i>	4,95	11	0,22	1,02	-	1,43	-	0,32	-	-	-	-	0,61 ^b
	<i>P. rivularis</i>	4,37	16	0,27	0,46	0,22	0,06	-	-	-	-	-	-	0,30 ^c
	Total	200,00	707	0,50	0,91	0,59	1,14	0,94	1,33	1,66	-	1,10	1,10	0,60
FES Submontana Típica	<i>E. edulis</i>	40,23	470	0,69	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69 ^{d,e}
	<i>A. polyneuron</i>	13,30	18	0,26	-	1,69	-	-	-	-	-	-	1,42	0,66 ^e
	<i>C. canjerana</i>	10,07	52	0,92	1,06	1,01	1,43	0,46	1,63	-	0,64	-	-	1,04 ^{a,b}
	<i>N. megapotamica</i>	9,43	43	1,66	0,67	0,56	0,67	3,15	0,91	-	-	-	-	1,17 ^a
	<i>B. riedelianum</i>	7,70	48	0,64	1,09	1,26	0,82	1,35	1,81	0,16	-	-	-	0,84 ^{b,c,d,e}
	<i>M. stipitatum</i>	7,46	47	0,51	0,46	0,73	0,94	1,70	-	-	-	-	-	0,68 ^{d,e}
	<i>S. bonplandii</i>	6,45	86	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32 ^f
	<i>C. gonocarpum</i>	6,45	49	0,65	0,66	1,57	0,50	-	-	-	-	-	-	0,81 ^{c,d,e}
	<i>O. diospyrifolia</i>	6,28	41	0,48	1,21	1,13	-	1,78	0,51	-	-	-	-	0,91 ^{b,c}
	<i>G. kunthiana</i>	4,56	53	0,91	0,66	0,48	-	-	-	-	-	-	-	0,89 ^{b,c,d}
	Total	200,00	1530	0,66	0,81	1,07	0,82	1,66	1,42	1,19	4,28	3,66	1,67	0,76
FES Submontana Úmida	<i>C. americana</i>	17,67	35	0,49	0,64	0,96	0,86	1,26	1,34	2,11	-	-	3,57	1,15 ^{a,b}
	<i>N. megapotamica</i>	14,31	69	1,35	1,01	1,01	1,26	3,10	1,27	-	-	-	-	1,30 ^a
	<i>O. diospyrifolia</i>	13,86	63	0,78	0,78	1,10	1,03	0,63	1,05	1,97	-	-	-	0,89 ^{c,d}
	<i>M. stipitatum</i>	12,83	65	0,48	0,83	1,24	1,27	0,70	1,27	6,68	2,74	-	-	0,80 ^d
	<i>S. brasiliensis</i>	11,71	115	0,45	0,38	1,81	-	-	-	-	-	-	-	0,45 ^{t,g}
	<i>B. riedelianum</i>	8,89	48	0,60	1,10	0,98	1,48	1,21	-	-	-	-	-	0,86 ^{c,d}
	<i>S. romanzoffiana</i>	7,24	51	0,66	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31 ^g
	<i>L. divaricata</i>	5,95	12	0,81	-	-	-	0,73	2,55	1,18	1,43	-	-	1,05 ^{b,c}
	<i>C. gonocarpum</i>	4,98	44	0,59	0,40	0,73	-	-	-	-	-	-	-	0,56 ^{e,f}
	<i>U. baccifera</i>	4,98	87	0,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,74 ^{d,e}
	Total	200,00	1257	0,65	0,62	1,03	1,05	1,29	1,53	2,08	1,94	-	3,57	0,73

n - Número de observações (fustes); Médias seguidas da mesma letra não apresentaram diferença significativamente para o teste de Tukey ($p = 0,05$); *Cabralea*; *Nectandra*; *Parapiptadenia*; *Ilex*; *Prunus*; *Araucaria*; *Cedrela*; *Syagrus*; *Alchornea*; *Styrax*; *Euterpe*; *Aspidosperma*; *Sorocea*; *Ocotea*; *Balfourodendron*; *Ixora*; *Holocalyx*; *Plinia*; *Machaerium*; *Chrysophyllum*; *Guarea*; *Sebastiania*; *Urera*; *Luehea*.

Ocotea silvestris, *A. triplinervia* e *Aspidosperma polyneuron* apresentaram os maiores incrementos em diâmetro na FES Montana, iguais entre si e significativamente superiores dos demais. *N. megapotamica* apresentou o maior IP_d nas duas subformações da FES Submontana. Na subformação Típica, o

crescimento em diâmetro desta espécie foi estatisticamente igual a *C. canjerana*, já na subformação Úmida, foi igual à *C. americana*.

4.4.3 Efeito de Características Fitossociológicas e Fitossanitárias no Crescimento em Diâmetro

Na Tabela 4.6 podem ser observados os resultados da análise estatística para o efeito das características fitossociológicas e fitossanitárias no crescimento médio em diâmetro dos fustes das árvores. Dos 4.220 fustes amostrados nas duas ocasiões foram analisados apenas 4.212, uma vez que oito árvores não foram identificadas e, sendo assim, um grupo ecológico não pôde ser atribuído. Nesta análise, para os diferentes grupos ecológicos e para o total da população foram identificadas diferenças significativas.

TABELA 4.6 - EFEITO DE CARACTERÍSTICAS FITOSSOCIOLOGICAS E FITOSSANITÁRIAS NO INCREMENTO PERIÓDICO MÉDIO EM DIÂMETRO ($IP_{\bar{d}}$) PARA DIFERENTES GRUPOS ECOLÓGICOS ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013.

ECOLOGIA ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2013.													
Característica	Critério	Grupo Ecológico									Total		
		PI			CL			CS					
		<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>
Posição Sociológica	1	53	1,22 ^a	1,34	226	1,21 ^a	1,24	183	1,08 ^a	1,01	462	1,17 ^a	1,17
	2	109	0,55 ^c	0,72	432	0,72 ^b	0,69	757	0,57 ^b	0,63	1298	0,62 ^b	0,66
	3	214	0,90 ^b	1,02	680	0,57 ^c	0,62	1558	0,60 ^b	0,71	2452	0,62 ^b	0,72
Luminosidade na Copa	1	56	1,28 ^a	1,45	163	1,37 ^a	1,33	151	1,00- ^a	0,99	370	1,21 ^a	1,23
	2	189	0,87 ^b	1,02	561	0,84 ^b	0,74	839	0,67 ^b	0,72	1589	0,75 ^b	0,77
	3	131	0,62 ^c	0,63	614	0,46 ^c	0,52	1508	0,57 ^c	0,69	2253	0,54 ^c	0,64
Desenvolvimento de Copa	1	185	0,88 ^b	1,11	623	0,88 ^a	0,94	1626	0,69 ^a	0,77	2434	0,75 ^a	0,85
	2	66	1,04 ^a	1,22	445	0,70 ^b	0,68	587	0,56 ^b	0,63	1098	0,65 ^b	0,70
	3	125	0,69 ^b	0,60	270	0,42 ^c	0,58	285	0,40 ^c	0,56	680	0,46 ^c	0,58
Sanidade	1	210	0,94 ^a	1,18	856	0,86 ^a	0,88	1937	0,68 ^a	0,76	3003	0,75 ^a	0,83
	2	73	0,76 ^{a,b}	0,81	363	0,51 ^b	0,59	434	0,46 ^b	0,50	870	0,50 ^b	0,57
	3	93	0,70 ^b	0,54	119	0,43 ^b	0,65	127	0,38 ^b	0,44	339	0,48 ^b	0,56
Total da Vegetação	-	376	0,86	1,02	1338	0,74	0,81	2498	0,63	0,71	4212	0,68	0,78

PI - Pioneiras; CL - Clímax exigente em luz; CS - Clímax tolerante à sombra; Posição Sociológica: emergente e dossel (1), imediatamente abaixo do dossel (2), sub-bosque (3); Luminosidade: completamente exposta à luz (1), parcialmente exposta à luz (2), completamente sombreada (3); Desenvolvimento de Copa: bem desenvolvida e vigorosa (1), pouco desenvolvida e irregular (2), danificada (3); Sanidade da Árvore: saudável (1), danificada (2), muito danificada (3); *n* - Número de observações (fustes); \bar{x} - Média de $IP_{\bar{d}}$ (cm); *s* - Desvio padrão; Médias seguidas de mesma letra não apresentaram diferença significativa para o teste de Tukey ($p = 0,05$).

Os fustes das árvores de diferentes grupos ecológicos posicionadas no estrato emergente e no dossel da floresta apresentaram crescimentos em diâmetro significativamente superiores aos das demais. O estrato intermediário apresentou

maior $IP_{\bar{a}}$ que o sub-bosque apenas para o grupo das espécies clímax exigente em luz. Para as pioneiras foi observado incremento significativamente superior no sub-bosque em comparação ao estrato intermediário e, para espécies clímax tolerante à sombra não houve diferença significativa.

Da mesma forma que a posição sociológica, as variações na luminosidade afetaram o crescimento em diâmetro dos fustes das árvores de forma significativa e positiva. Destaca-se, no entanto, que as diferenças foram significativas também entre as classes dois e três e que, a correlação foi positiva para os diferentes grupos ecológicos, bem como, para o total da vegetação.

O desenvolvimento de copa afetou o crescimento em diâmetro das espécies Pioneiras, no entanto, sem correlação com seu desenvolvimento. Espécies Clímax Exigentes em Luz e Clímax Tolerantes à Sombra cresceram melhor quanto melhor o desenvolvimento de suas copas. Para o total da vegetação este resultado também foi observado.

Com exceção das pioneiras, árvores saudáveis apresentaram crescimento médio em diâmetro estatisticamente superior que os demais. Árvores danificadas e muito danificadas, no entanto, não apresentaram diferença significativa, indicando que pequenos danos comprometeram o crescimento em diâmetro da mesma forma que danos severos.

4.5 DISCUSSÃO

Dinâmica da Vegetação por Classe de Diâmetro - Os incrementos em diâmetro mais expressivos nas classes diamétricas avançadas foram também identificados por Silva *et al.* (2002), Oliveira-Filho *et al.* (2007), Stepka *et al.* (2010) e Coll *et al.* (2013). A mortalidade de árvores por hectare reduziu abruptamente da primeira para a segunda classe e, daí por diante, reduziu de forma gradual à medida que aumentou o tamanho das árvores; resultado esperado e que se assemelhou ao encontrado por Oliveira-Filho *et al.* (2007). Nota-se, no entanto, que nas classes acima de 60 cm a redução gradual na mortalidade de árvores por hectare deixou de ocorrer, passando a ser aleatória.

A mortalidade de árvores nas maiores classes de diâmetro afetou o IP_G de forma mais expressiva que o $IP_{\bar{a}}$, observado pela redução gradual em incremento da área basal à medida que avançaram as classes de diâmetro, chegando a apresentar

valores negativos para algumas classes. Por outro lado, em classes de diâmetro avançadas onde a mortalidade não ocorreu, o IP_G foi positivo e superior até mesmo ao da primeira classe. O ingresso ocorreu exclusivamente na primeira classe de diâmetro e o avanço de árvores para classes de diâmetro superiores se limitou a uma classe, resultado do curto intervalo de medição considerado (dois anos).

Entre as espécies que apresentaram as maiores taxas de mortalidade e ingresso estão *E. edulis*, *S. bonplandii* e *G. kunthiana*, resultado das altas densidades observadas. Schorn e Galvão (2009) destacaram também que as maiores taxas de mortalidade e ingresso ocorreram para espécies Clímax Tolerantes à Sombra em florestas com estágio intermediário e avançado de sucessão, corroborando com este resultado.

Urera baccifera é um arbusto fanerófito que apresentou diâmetro máximo de 15 cm. Classificada como espécie pioneira e recorrente em locais onde o dossel da floresta não estava completamente fechado no ano de 2011, esta espécie apresentou altas taxas de mortalidade (13,27%) e reduzida taxa de ingresso (0,43%) após o período avaliado, fato que foi atribuído à intensa geada que ocorreu durante a remediação das parcelas, em 2013.

Efeito das Variáveis Ambientais na Dinâmica da Vegetação - Com a redução da altitude no Parque ocorre aumento na temperatura média e redução da pluviosidade anual, bem como, espécies estacionais passam a caracterizar o ambiente em substituição às espécies ombrófilas. No mesmo sentido deste gradiente ambiental foi observado um acréscimo gradual no $IP_{\bar{d}}$ da vegetação. Toledo *et al.* (2011) identificaram também efeito positivo da temperatura no incremento médio em diâmetro de florestas tropicais. Esses autores identificaram, no entanto, que o aumento da pluviosidade afetou de forma positiva o $IP_{\bar{d}}$, ao contrário dos resultados encontrados no PNI.

Yang *et al.* (2006) identificaram também efeito positivo no incremento em diâmetro com o aumento da pluviosidade anual, para temperatura, no entanto, a correlação foi negativa. Resultado justificado por esses autores pelo déficit hídrico nos locais onde as temperaturas eram maiores, em torno de 500 mm.ano⁻¹. No PNI, a correlação negativa do $IP_{\bar{d}}$ para a pluviosidade anual foi justificada, pois, mesmo nas menores altitudes não foi observado déficit hídrico, com uma pluviosidade de 1.831 mm.ano⁻¹, pouco inferior àquela observada nas maiores altitudes (1.971 mm.ano⁻¹).

O efeito positivo da fertilidade do solo no $IP_{\bar{d}}$ não foi surpresa. Baker *et al.* (2003), Russo *et al.* (2005) e Coll *et al.* (2013) identificaram também maiores incrementos em diâmetro nos solos de maior fertilidade. O GLEISSOLO MELÂNICO apresentou alta fertilidade e, no entanto, o menor valor de $IP_{\bar{d}}$, significativamente igual ao LATOSSOLO VERMELHO de baixa fertilidade. Este solo apresentou hidromorfismo e, consequentemente, elevados teores de alumínio e acidez e uma redução da Capacidade de Troca Catiônica (CTC); o que certamente afetou o crescimento em diâmetro das árvores.

O hidromorfismo do solo contribuiu também para o menor $IP_{\bar{d}}$ entre as classes de drenagem. Nesta análise, o maior valor foi observado para o solo fortemente drenado, presente em uma parcela alocada na encosta superior de uma rampa de drenagem. Característica que favorece maiores níveis de luminosidade no sub-bosque, bem como ocorre nas bordas de fragmentos florestais (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2007). Neste tipo de ambiente, espécies Pioneiras e Clímax Exigentes em Luz apresentam maiores densidades, o que contribuí também para elevados valores de $IP_{\bar{d}}$ (SCHORN e GALVÃO, 2009).

Quando analisadas em conjunto, as parcelas situadas nas encostas das rampas de drenagem, com maior declividade, apresentaram menores $IP_{\bar{d}}$, corroborando o resultado encontrado por Coll *et al.* (2013). As parcelas da base apresentaram maiores incrementos em diâmetro, apesar de não significativo em relação às parcelas dos platôs. Resultado claramente compreendido do ponto de vista produtivo, uma vez que, nas porções inferiores das rampas de drenagem o maior acúmulo de nutrientes e a maior disponibilidade hídrica no solo favorecem o crescimento das plantas (MARTINS *et al.*, 2003; FERREIRA-JÚNIOR *et al.*, 2007).

Baker *et al.* (2003) ao identificarem crescimentos em diâmetro menores para uma espécie no fundo de vales, em comparação com as regiões de platô e encosta, atribuíram o resultado a três possíveis fatores: excesso de água, redução no tempo de luminosidade ao longo do dia e, por fim, redução da fertilidade no horizonte diagnóstico devido a elevada percentagem de areia detectada no local. Estes autores, no entanto, desconsideraram um fator de grande relevância que poderia justificar seu resultado, descrito por Martínéz-Vilalta *et al.* (2010) e Coll *et al.* (2013) como a variação adaptativa de cada espécie.

O incremento periódico em área basal não apresentou diferença significativa para nenhum dos gradientes ambientais analisados. Higuchi *et al.* (2008) ao analisar

diferentes classes de solo também não identificaram diferenças significativas no crescimento em área basal e justificaram seu resultado na teoria de que a variação da área basal em uma floresta equilibrada dependerá da formação de clareiras (ALVAREZ-BUYLA, 1994), efeito de borda (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2007) e distúrbios passados (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1997).

Apesar da não significância, no PNI foi observada uma correlação positiva do incremento em área basal em relação à fertilidade do solo, bem como, observado por Salami *et al.* (2014). Toledo *et al.* (2011) ao analisar a temperatura e pluviosidade anual identificaram relações positivas do IP_G , ao contrário do resultado encontrado no PNI. Appolinário *et al.* (2005) e Machado e Oliveira-Fillho (2010) identificaram também, ao contrário do resultado no PNI, taxas de ganho em área basal significativamente maiores em solos melhor drenados. Resultados que

Da mesma forma que o IP_G , as taxas de ingresso e mortalidade não foram diferentes de forma significativa ao longo dos gradientes ambientais no PNI. Appolinário *et al.* (2005) e Higuchi *et al.* (2008) também não identificaram diferenças significativas para estes parâmetros da dinâmica em diferentes classes de drenagem e classes de solo, respectivamente. Apesar de não significativos, ambos os autores destacaram maiores $I\%$ e $M\%$ respectivamente para solos melhor drenados e de maior fertilidade.

Em relação à altitude, no PNI os valores de $I\%$ e $M\%$ apresentaram correlações negativas. Resultado também observado por Coll *et al.* (2013) ao analisar populações de espécies folhosas e, justificado pela interação das variáveis ambientais ao longo dos gradientes de altitude analisados. Machado e Oliveira-Fillho (2010) ao identificar diferenças significativas nas taxas de ingresso para diferentes classes de solo associaram o maior valor à melhor drenagem do solo.

Com base nesta discussão para os parâmetros da dinâmica em diferentes trabalhos, três fatores poderiam justificar a ausência de diferenças significativas para o IP_G , $M\%$ e $I\%$ ao longo dos gradientes ambientais observados no PNI. (I) O período de avaliação da vegetação foi muito curto; (II) A escala geográfica do trabalho não permite a observação de extremos para os fatores ambientais e; (III) O agrupamento das árvores e parcelas não levou em consideração a capacidade adaptativa das espécies para as diferentes condições ambientais, caracterizadas pelas formações vegetais.

Schorn e Galvão (2009) identificaram diferenças significativas para a mortalidade e o ingresso entre os estágios de sucessão de uma floresta ombrófila do Sul do Brasil em um período de dois anos. Esses autores acrescentaram também que, no período avaliado, as variações na dinâmica nos três estágios de sucessão foram significativamente diferentes entre os grupos ecológicos avaliados (pioneiras, clímax exigente em luz e clímax tolerante à sombra). Desta forma, entende-se que variações significativas podem ser identificadas mesmo em um curto espaço de tempo e este, talvez, não tenha sido o motivo principal que levou a não significância entre os valores.

Em relação à escala geográfica do trabalho e amplitude dos fatores ambientais, algumas considerações devem ser feitas, por exemplo, a amplitude de temperatura média anual ao longo do PNI foi de $1,80^{\circ}\text{C}$ e, para pluviosidade foi de 140 mm.ano^{-1} . Toledo *et al.* (2011) trabalharam com uma escala geográfica bem maior, abrangendo 8° de latitude e 10° de longitude, e identificaram efeito significativo da temperatura e pluviosidade no IP_G , justificado principalmente pela pluviosidade que variou $1.100 \text{ mm.ano}^{-1}$ e foi inversamente correlacionada com a temperatura, que variou apenas $2,20^{\circ}\text{C}$. Martínéz-Vilalta *et al.* (2010) e Coll *et al.* (2013) encontraram diferenças significativas ao analisar a Península Ibérica, também em uma escala geográfica bem superior à do Parque e, com valores extremos de pluviosidade e temperatura.

A maior amplitude geográfica e suas respectivas variações mais expressivas na temperatura média e pluviosidade anual poderia justificar, por exemplo, variações nas taxas de ingresso e mortalidade entre as florestas do PNI e as florestas decíduais sobre afloramentos rochosos no Bioma Cerrado analisadas por Carvalho e Felfili (2011) onde, as taxas anuais de mortalidade e ingresso foram bem superiores, 2,77% e 4,77%, respectivamente.

Apesar desses resultados favoráveis a aceitação desse fator como limitante a observação de diferenças significativas. Baseando-se em EMBRAPA (2006) foram observadas condições extremas ao longo do PNI entre as classes de solo; para as rampas de drenagem também foram observadas condições extremas (base, encostas e platô). Acrescenta-se a estas considerações que o $IP_{\bar{a}}$ apresentou diferenças significativas.

Da mesma forma que os dois fatores anteriores, o terceiro fator pode não ter sido responsável pela ausência de diferenças significativas, pois, ao comparar as

formações vegetais foi possível identificar que as interações entre variáveis ambientais que afetam a distribuição das espécies ao longo do PNI não foram responsáveis por modificações no IP_G , $M\%$ e $I\%$ da vegetação. Para o $IP_{\bar{a}}$, no entanto, o efeito foi significativo, mesmo quando analisada a mesma formação vegetal (FES) e, relacionado principalmente à variação de altitude com seu respectivo gradiente de temperatura.

Entre as espécies de maior importância nas formações vegetais, nota-se que algumas espécies foram recorrentes em florestas submontanas e montanas e apresentaram também uma redução gradual em $IP_{\bar{a}}$, como é o caso de *C. canjerana*, *Balfourodendron riedelianum*, *Syagrus romanzoffiana* e *E. edulis*. *A. polyneuron* foi a única espécie que apresentou aumento em $IP_{\bar{a}}$ da FES Submontana Típica para a FES Montana, no entanto, resultado associado ao menor número de árvores na primeira classe de diâmetro na FES Submontana Típica, onde os incrementos foram menores.

No Ecótono FOM/FES foram observados os menores incrementos diamétricos, associados às reduções na temperatura e fertilidade, bem como, ao elevado teor de alumínio e acidez dos solos. *A. triplinervia* e *C. canjerana* foram as únicas espécies, entre as de maior importância, que ocorreram nas duas formações montanas, sendo o crescimento em diâmetro prejudicado também por estes fatores ambientais das parcelas do Ecótono FOM/FES.

Para ambas as subformações da FES Submontana foi observada elevada fertilidade nos solos, o que poderia justificar a diferença não significativas em $IP_{\bar{a}}$ entre elas. Ao nível de espécie, ocorreram com maior importância nas duas subformações *N. megapotamica*, *Machaerium stipitatum* e *B. riedelianum*, as quais apresentaram crescimento maior nas florestas úmidas. *Ocotea diospyrifolia* e *Chrysophyllum gonocarpum*, que também ocorreram nas duas subformações, tiveram maior crescimento em diâmetro nas florestas típicas.

No Ecótono FOM/FES, o incremento médio em diâmetro anual de *C. fissilis* foi de 0,34 cm.ano⁻¹, semelhante ao encontrado por Figueiredo Filho *et al.* (2010) em uma floresta ombrófila da região Central do Paraná (0,36 cm.ano⁻¹). O incremento de *I. paraguariensis* foi menor no trabalho desses autores (0,21 cm.ano⁻¹) e, para *A. angustifolia*, um valor maior foi encontrado (0,45 cm.ano⁻¹). *P. rigida* e *C. canjerana* apresentaram valor inferiores no PNI, 0,20 e 0,26 cm.ano⁻¹, que no trabalho de Orellana (2014), 0,48 e 0,36 cm.ano⁻¹.

Estudos da dinâmica envolvendo muitas das espécies encontradas são escassos e comparações não foram possíveis. Foi o caso de *O. silvestris* que apresentou o maior incremento em diâmetro na FES Montana, significativamente igual a *A. triplinervia* e *A. polyneuron* e superior às demais.

Para *N. megapotamica* foi observado um elevado $IP_{\bar{a}}$ nas duas subformações da FES. Stepka (2008) identificou valores de incremento médio anual de $0,26 \text{ cm.ano}^{-1}$, muito inferior aos valores observados no PNI para esta espécie em uma floresta ombrófila da região Central do Paraná. O máximo incremento encontrado por esse autor, no entanto, foi de $1,46 \text{ cm.ano}^{-1}$, semelhante ao observado para a classe de diâmetro 50 no presente trabalho.

Em comparação com outros trabalhos, o IP_G no Ecótono FOM/FES foi de $0,60 \text{ m}^2.\text{ha.ano}^{-1}$, dentro dos limites observados em outros fragmentos de florestas ombrófilas do Sul do Brasil. Figueiredo Filho *et al.* (2010), por exemplo, encontraram um valor menor no Centro-Oeste do Paraná, igual a $0,23 \text{ m}^2.\text{ha.ano}^{-1}$, Salami *et al.* (2014), por sua vez, identificaram incremento de $0,75 \text{ m}^2.\text{ha.ano}^{-1}$. Nas florestas estacionais, o IP_G variou de $0,63$ a $0,96 \text{ m}^2.\text{ha.ano}^{-1}$, superior aos valores encontrado por Oliveira-Filho *et al.* (2007) ($0,21 \text{ m}^2.\text{ha.ano}^{-1}$) e Higuchi *et al.* (2008), que encontraram um valor negativo ($-0,13 \text{ m}^2.\text{ha.ano}^{-1}$), ambos em parcelas permanentes de uma FES do Sudeste do Brasil. Machado e Oliveira-Filho (2010) também identificaram valor negativo para IP_G em outro fragmento de FES em Minas Gerais ($-0,31 \text{ m}^2.\text{ha.ano}^{-1}$).

As taxas anuais de mortalidade e ingresso no Ecótono entre FOM e FES foram de 1,08 e 1,66% respectivamente, ao contrário de Figueiredo Filho *et al.* (2010), que encontraram maior valor de mortalidade do que ingresso, 1,77 e 1,38% respectivamente. Salami *et al.* (2014), no entanto, encontraram resultados semelhantes ao do PNI, com mortalidade anual de $1,16\%.\text{ano}^{-1}$ e ingresso de $1,74\%.\text{ano}^{-1}$. Nas florestas estacionais a taxa anual de mortalidade variou de 0,57 a 1,58%, enquanto a taxa de ingresso anual variou de 2,27 a 3,81%. Nos trabalhos em florestas estacionais do sudeste brasileiro geralmente o ingresso é superior a mortalidade, Higuchi *et al.* (2008), por exemplo, encontraram uma taxa de mortalidade anual de 1,80% e uma taxa de ingresso anual 1,40%. Da mesma forma, Oliveira-Filho *et al.* (2007) obtiveram respectivamente, 2,50 e 1,80% para taxas de mortalidade e ingresso anuais.

Efeito das Características Fitossociológicas e Fitossanitárias no Crescimento em Diâmetro - Árvores posicionadas no dossel da vegetação recebem maiores intensidades de luz, no entanto, podem estar parcialmente sombreadas por outras árvores que também ocupam o dossel da floresta. Por outro lado, árvores situadas nos estratos intermediários e sub-bosque em geral recebem menores quantidades de luz, no entanto, em virtude do relevo, efeito de borda, dossel relativamente aberto ou pela abertura de clareiras, passam a receber maiores intensidades de luz. Estas variações foram usadas para explicar os resultados encontrados para a posição sociológica, onde os incrementos em diâmetro foram significativamente maiores apenas no dossel da vegetação, independente do grupo ecológico. Stepka (2008) não obteve sucesso em modelar o incremento em diâmetro de espécies folhosas ao estratificar os dados por posição sociológica, corroborando com o resultado encontrado no presente trabalho.

A luminosidade, por outro lado, apresentou correlação positiva com o $IP_{\bar{a}}$, independente do grupo ecológico, indicando que pode contribuir significativamente para a melhoria nas estimativas do crescimento das espécies ao longo dos anos. Costa *et al.* (2008) também identificaram um gradiente positivo de incremento em diâmetro com o aumento da incidência de luz nas copas das árvores.

Para as espécies Pioneiras o desenvolvimento de copa e a sanidade não afetaram o crescimento de forma gradual, resultado da elevada densidade de *U. baccifera* na amostra. Por tratar-se de um arbusto fanerofítico, esta espécie, mesmo com uma copa pouco desenvolvida e danificada de forma severa, apresentou incrementos elevados. Para os demais grupos ecológicos e para o total foi observado um gradiente positivo de $IP_{\bar{a}}$ para o desenvolvimento de copa, no entanto, para a sanidade essa tendência não se confirmou. Costa *et al.* (2008) encontraram resultados mais efetivos ao classificar as árvores em diferentes níveis de sanidade, onde foi observado gradiente positivo de incremento. Stepka (2008), apesar de também ter identificado efeito positivo do desenvolvimento de copa e sanidade no incremento em diâmetro das árvores, não obteve sucesso ao tentar ajustar modelos estratificando a vegetação para estas características.

4.6 CONCLUSÕES

As florestas do PNI apresentaram frequência de árvores decrescente e $IP_{\bar{d}}$ ascendentes ao longo das classes de diâmetro, corroborando com as expectativas. O IP_G decresceu com o avanço das classes diamétricas, afetado pela mortalidade que também apresentou esta tendência.

O incremento médio em diâmetro foi afetado de forma significativa ao longo dos gradientes ambientais analisados, bem como, entre as formações vegetais. Por outro lado, o IP_G , $M\%$ e $I\%$, não sofreram alterações significativas, resultado que pode ser atribuído tanto ao curto período de medição quanto à ausência de condições extremas para as variáveis ambientais em decorrência da escala geográfica do trabalho.

O crescimento em diâmetro foi mais bem correlacionado com a luminosidade na copa que a posição sociológica. Sendo considerada mais indicada para orientar o manejador florestal a respeito do crescimento das árvores, independente do grupo ecológico. O desenvolvimento de copa pode também auxiliar na previsão de crescimento diamétrico das árvores, com exceção das pioneiras. Árvores danificadas, independente do dano que sofreram, apresentaram menores incrementos em diâmetro, assim, a utilização de três classes de sanidade pode não representar uma melhoria para a determinação do crescimento em diâmetro.

4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ-BUYLLA, E. R. Density Dependence and Patch Dynamics in Tropical Rain Forest: Matrix Models and Applications to a Tree Species. **American Naturalist**, v. 143, n. 1, p.155-191, 1994.

APPOLINÁRIO, V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GUILHERME, F. A. G. Tree Population and Community Dynamics in a Brazilian Tropical Semideciduous Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 347-360, 2005.

AUSTREGÉSILO, S. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SOUZA, A. L.; MEUNIER, I. M. J.; SANTOS, E. S. Comparação de Métodos de Prognose da Estrutura Diamétrica de uma Floresta Estacional Semidecidual Secundária. **Árvore**, v. 28, n. 2, p. 227-232, 2004.

BAKER, T. R.; BURSLEM, D. F. R. P.; SWAINE, M. D. Associations Between Tree Growth, Soil Fertility and Water Availability at Local and Regional Scales in Ghanaian Tropical Rain Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, n. 2, p.109-125, 2003.

CARVALHO, F. A.; FELFILI, J. M. Variações Temporais na Comunidade Arbórea de uma Floresta Decidua sobre Afloramentos Calcários no Brasil Central: Composição, Estrutura e Diversidade Florística. **Acta Botânica Brasilica**, v. 25, n.1, p. 203-214, 2011.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações Silviculturais, Potencialidades e Uso da Madeira**. EMBRAPA - CNPF, Brasília, 1994.

CHAGAS, R. K.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; SCOLFORO, J. R. S. Dinâmica de Populações Arbóreas em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana em Lavras, Minas Gerais. **Árvore**, v. 25, n. 1, p. 39-57, 2001.

COLL, M.; PEÑUELA, J.; NINYEROLA, M.; PONS, X.; CARNICER, J. Multivariate Effect Gradients Driving Forest Demographic Responses in the Iberian Peninsula. **Forest Ecology and Management**, v. 303, p. 195-209, 2013.

COSTA, D. H. M.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Crescimento de Árvores em uma Área de Terra Firme na Floresta Nacional do Tapajós Após a Colheita de Madeira. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 50, p. 63-76, 2008.

COSTA, T. L.; NASCIMENTO, D. M.; LINS e SILVA, A. C. B.; SANTOS, F. A. M.; RODAL, M. J. N. Estrutura e Dinâmica da Vegetação em um Remanescente de Floresta Atlântica/Nordeste, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 3, p. 493-501, 2012.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FERREIRA, L. M. **Revisão do Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu Encarte 5, com Vistas à Revisão do Plano de Manejo**. IBAMA e FUPEF. Brasília, 1999.

FERREIRA-JÚNIOR, W. G.; SILVA, A. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MEIRA NETO, J. A. A.; DIAS, A. S.; IGNACIO, M.; MEDEIROS, M. C. M. P. Influence of Soils and Topographic Gradients on Tree Species Distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 64, n. 2, p. 137-157, 2007.

FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. Crescimento, Mortalidade, Ingresso e Distribuição Diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, v. 40, n. 4, p. 763-776, 2010.

HIGUCHI, P. OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SILVA, A. C.; MACHADO, E. L. M.; SANTOS, R. M.; PIFANO, D. S. Dinâmica da Comunidade Arbórea em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana em lavras, Minas Gerais, em Diferentes Classes de Solos. **Árvore**, v. 32, n. 3, p. 417-426, 2008.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba, FUPEF, 1984. 260 p.

MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic Forest. **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 1, p. 250-261, 2010.

MARTINS, S. V.; SILVA, N. R. S.; SOUZA, A. L.; NETO, J. A. A. M. Distribuição de Espécies Arbóreas em um Gradiente Topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 172-181, 2003.

MARTÍNEZ-VILALTA, J.; MENCUCCINI, M.; VAYREDA, J.; RETANA, J. Interspecific Variation in Functional Traits, not Climatic Differences Among Species Ranges, Determines Demographic Rates Across 44 Temperate and Mediterranean Tree Species. **Journal of Ecology**, v. 98, p. 1462-1475, 2010.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five years period (1987-1992). **Plant Ecology**, v. 131, n. 1, p. 45-66, 1997.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, W. A. C.; MACHADO, E. L. M.; HIGUCHI, P.; APPOLINÁRIO, V.; CASTRO, G. C.; SILVA, A. C.; SANTOS, R. M.; BORGES, L. F.; CORRÊA, B. S.; ALVES, J. M. Dinâmica da Comunidade e Populações Arbóreas da Borda e Interior de um Remanescente Florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um Intervalo de Cinco Anos (1999-2004). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 1, p.149-161, 2007.

ORELLANA, H. **Sucessão Florestal, Regimes de Manejo e Competição Avaliados por Modelos de Árvore Individual em um Fragmento de Floresta de Araucária**. 154 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2014.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira de Santa Catarina. **Sellowia**, n. 28/30, p. 3-320, 1978.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, n. 34/35, p. 1-525, 1983.

RUSSO, S. E.; DAVIES, S. J.; KING, D. A.; TAN, S. Soil-Related Performance Variation and Distributions of Tree Species in a Bornean Rain Forest. **Journal of Ecology**, v. 93, p. 879-889, 2005.

SALAMI, B.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, T. S.; MARCON, A. K.; JÚNIOR, F. B.; BENTO, M. A. Influência de variáveis ambientais na dinâmica do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 102, p. 197-207, 2014.

SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M.; SILVA, C. P. de C.(Ed.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Semidecidual e Ombrófila - Florística, Estrutura, Diversidade, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura,**

Volumetria, Tendências de Crescimento e Áreas aptas para o Manejo Florestal. Lavras: UFLA, 2008.

SCHORN, L. A.; GALVÃO, F. Dinâmica do Estrato Arbóreo em Três Estádios Sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa em Blumenau, SC. **Cerne**, v. 15, n. 2, p. 221-235, 2009.

SILVA, R. P.; SANTOS, J.; TRIBUZY, E. S.; CHAMBERS, J. Q.; NAKAMURA, S.; HIGUCHI, N. Diameter Increment and Growth Patterns for Individual Tree Growing in Central Amazon, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 166, p. 295-301, 2002.

STEPKA, T. F. **Modelagem da Dinâmica e Prognose da Estrutura Diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista por Meio de Matriz de Transição e Razão de Movimentação.** 152 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Irati, 2008.

STEPKA, T. F.; DIAS, A. N.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A. SAWCZUK, A. R. Prognose da Estrutura Diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista com os Métodos Razão de Movimentos e Matriz de Transição. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 327-335, 2010.

TOLEDO, M.; POORTER, L.; PEÑA-CARLOS, M.; ALARCÓN, A.; BALCÁZAR, J.; LEAÑO, C.; LICONA, J. C.; LIANQUE, O.; VROOMANS, V.; ZUIDEMA, P.; BONGERS, F. Climate is a Stronger Driver of Tree and Forest Growth Rates than Soil and Disturbance. **Journal of Ecology**, v. 99, p. 254–264, 2011.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield: Applications to Mixed Tropical Forests.** Wallingford: CAB International, 1994.

YANG, Y.; MASATAKA, W.; LI, F.; ZHANG, J.; ZHANG, W.; ZHAI, J. Factors Affecting Forest Growth and Possible Effects of Climate Change in the Taihang Mountains, Northern China. **Forestry**, v. 19, n. 1, p. 135-147, 2006.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Foram obtidos avanços significativos para o conhecimento da ecologia das espécies arbóreas e para a fitossociologia e dinâmica da vegetação do PNI. Sendo assim, as demandas que embasaram a elaboração e execução deste trabalho foram consideradas atendidas.

O PNI apresenta uma elevada diversidade florística e ambiental, expressa pela amostragem que foi delineada com este objetivo. Característica que, no entanto, resultou em um maior número de parcelas necessárias para que a precisão de 10% na estimativa de parâmetros fitossociológicos das formações vegetais fosse alcançada.

A ampliação do número de parcelas, bem como, a continuidade na mensuração daquelas já instaladas, será determinante para um melhor entendimento do efeito das variáveis ambientais na dinâmica da vegetação. A coleta de dados ambientais ao longo dos anos, principalmente da temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar, poderão adicionar maior confiabilidade aos resultados obtidos.

O potencial de pesquisas ecológicas que o PNI possui é inestimável. Sua diversidade de espécies arbóreas, extensão territorial e estado de preservação, são ingredientes favoráveis para a elaboração de estudos de longa duração da vegetação, servindo de referência não só para a elaboração de planos de manejo e recuperação de áreas degradadas, mas sim, para a elaboração de políticas públicas que busquem a manutenção e ampliação dos fragmentos remanescentes da Mata Atlântica. Estudos de crescimento e o desenvolvimento de programas de melhoramento genético para algumas espécies arbóreas com potencial madeireiro devem ser considerados dentro desta Unidade de Conservação, a fim de possibilitar o resgate de variedades para o uso na formação de novas florestas e povoamentos.

APÊNDICE 1 - ESPÉCIES COM RESPECTIVOS VALORES DE IMPORTÂNCIA (VI%) E POSIÇÃO NAS FORMAÇÕES VEGETAIS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.

Espécie	Ecótono FOM/FES		FES Montana		FES Submontana Típica		FES Submontana Úmida	
	VI%	Posição	VI%	Posição	VI%	Posição	VI%	Posição
<i>Acacia bimucronata</i>	-	80	-	114	2,40	31	-	121
<i>Aegiphila mediterranea</i>	-	81	-	115	0,77	70	1,65	48
<i>Aegiphila sellowiana</i>	-	82	-	116	-	147	0,38	117
<i>Agonandra engleri</i>	3,24	31	-	83	-	129	-	158
<i>Albizia edwallii</i>	-	83	-	117	0,72	81	-	131
<i>Albizia niopoides</i>	-	84	-	118	2,12	40	0,39	106
<i>Alchornea glandulosa</i>	4,09	25	0,84	70	1,24	58	-	126
<i>Alchornea triplinervia</i>	8,41	9	16,83	4	5,85	13	1,73	46
<i>Allophylus edulis</i>	7,49	14	1,22	51	2,34	34	3,83	21
<i>Aloysia virgata</i>	-	85	-	119	0,36	98	-	136
<i>Alseis floribunda</i>	-	86	-	120	-	148	0,40	102
<i>Anadenanthera colubrina</i>	-	87	-	121	0,39	95	1,57	50
<i>Annona cacans</i>	-	88	1,91	43	-	117	-	146
<i>Annona emarginata</i>	2,41	37	-	86	2,28	37	1,78	44
<i>Apuleia leiocarpa</i>	-	89	3,00	26	4,23	20	1,17	65
<i>Aralia warmingiana</i>	-	90	2,98	28	-	115	-	145
<i>Araucaria angustifolia</i>	10,56	6	-	74	-	127	-	156
<i>Aspidosperma australe</i>	-	91	-	122	0,75	77	-	130
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	0,85	73	18,54	2	14,66	2	0,39	104
<i>Astronium graveolens</i>	0,86	68	-	107	-	143	1,39	56
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	-	92	12,80	6	9,61	5	10,97	6
<i>Banara tomentosa</i>	2,70	33	0,87	60	0,49	89	1,84	41
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	-	93	-	123	1,95	43	5,85	12
<i>Bauhinia forficata</i>	-	94	0,85	66	0,34	103	0,96	76
<i>Cabralea canjerana</i>	18,36	1	10,87	7	12,26	3	2,38	34
<i>Calliandra foliolosa</i>	-	95	0,85	65	1,06	62	2,08	37
<i>Calophyllum brasiliense</i>	-	96	-	124	0,35	102	-	140
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	-	97	-	125	0,35	99	-	137
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	7,36	16	1,73	46	6,25	10	3,13	26
<i>Casearia decandra</i>	5,01	22	-	80	2,08	41	2,20	36
<i>Casearia lasiophylla</i>	2,06	40	-	88	-	131	-	159
<i>Casearia obliqua</i>	5,03	21	-	79	0,34	104	0,90	78
<i>Casearia sylvestris</i>	3,94	27	2,01	39	1,69	47	0,77	85
<i>Cecropia pachystachya</i>	-	98	1,53	48	3,44	24	0,52	94
<i>Cedrella fissilis</i>	9,54	7	4,12	20	6,00	11	4,88	15
<i>Ceiba speciosa</i>	-	99	-	126	2,28	38	1,84	42
<i>Celtis iguanaea</i>	-	100	-	127	-	149	0,39	112
<i>Cestrum intermedium</i>	-	101	1,25	50	0,84	67	0,89	79
<i>Cestrum strigilatum</i>	-	102	-	128	-	150	0,49	95
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	2,60	35	2,99	27	8,63	8	7,07	8
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	3,85	28	4,22	18	3,74	22	4,22	20
<i>Cinnamomum glaziovii</i>	-	103	0,84	72	-	125	-	154
<i>Cinnamomum sellowianum</i>	0,85	71	1,20	52	-	118	-	147
<i>Citronella gongonha</i>	-	104	-	129	0,76	72	1,39	57
<i>Citronella paniculata</i>	-	105	-	130	-	151	0,38	118
<i>Citrus limon*</i>	1,74	43	-	90	-	132	-	160
<i>Citrus sinensis*</i>	0,86	70	-	109	2,31	36	0,39	107
<i>Cordia americana</i>	-	106	-	131	4,51	18	19,45	1
<i>Cordia ecalyculata</i>	1,73	44	2,07	38	3,41	25	1,16	67
<i>Cordia superba</i>	-	107	0,86	62	-	122	-	151
<i>Cordia trichotoma</i>	1,17	53	0,85	69	3,91	21	1,81	43
<i>Cordyline spectabilis</i>	-	108	-	132	-	152	0,47	97
<i>Cupania vernalis</i>	2,67	34	4,13	19	-	112	2,63	31
<i>Dalbergia frutescens</i>	3,08	32	-	84	0,81	68	2,93	28
<i>Diatenopterix sorbifolia</i>	3,50	29	1,99	41	5,52	14	6,57	11
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	-	109	-	133	0,36	97	1,29	61
<i>Erythrina falcata</i>	1,19	51	-	95	0,73	80	0,40	103
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1,38	46	-	92	-	134	-	162
<i>Eugenia burkartiana</i>	-	110	1,70	47	1,59	51	0,38	114

Continua

Espécie	Ecótono FOM/FES		FES Montana		FES Submontana Típica		FES Submontana Úmida	
	VI%	Posição	VI%	Posição	VI%	Posição	VI%	Posição
<i>Eugenia chlorophylla</i>	0,85	75	-	112	0,34	105	-	141
<i>Eugenia hiemalis</i>	-	111	-	134	-	153	0,39	109
<i>Eugenia involucrata</i>	-	112	-	135	-	154	1,53	52
<i>Eugenia pyriformis</i>	1,02	57	-	98	1,10	61	1,30	60
<i>Eugenia ramboi</i>	-	113	2,70	32	0,47	92	-	134
<i>Eugenia subterminalis</i>	-	114	-	136	0,49	88	2,47	33
<i>Euterpe edulis</i>	-	115	43,00	1	42,41	1	0,87	80
<i>Ficus luschnathiana</i>	-	116	3,46	23	2,47	29	-	120
<i>Garcinia gardneriana</i>	-	117	-	137	0,35	100	-	138
<i>Guarea kunthiana</i>	-	118	2,83	31	5,92	12	-	119
<i>Guarea macrophylla</i>	-	119	1,00	58	0,76	74	-	129
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,91	60	-	100	-	138	-	165
<i>Handroanthus albus</i>	-	120	-	138	-	155	0,61	92
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	-	121	2,23	36	0,48	91	0,47	98
<i>Helietta apiculata</i>	-	122	-	139	0,38	96	1,96	40
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	-	123	-	140	0,35	101	-	139
<i>Hennecartia omphalandra</i>	0,87	64	-	104	1,65	48	3,20	25
<i>Holocalyx balansae</i>	-	124	7,03	9	5,18	16	3,32	24
<i>Hovenia dulcis*</i>	0,93	59	1,11	54	-	119	-	148
<i>Ilex brevicauspis</i>	0,87	63	-	103	-	140	1,26	63
<i>Ilex dumosa</i>	-	125	-	141	-	156	0,38	115
<i>Ilex paraguariensis</i>	11,95	5	-	73	-	126	-	155
Indeterminada	0,85	76	0,85	64	0,74	79	1,65	49
<i>Inga marginata</i>	-	126	1,27	49	2,70	26	1,06	69
<i>Inga striata</i>	2,08	39	-	87	-	130	0,39	110
<i>Inga vera subsp. affinis</i>	1,12	54	-	96	-	136	0,97	75
<i>Ixora venulosa</i>	-	127	8,55	8	0,76	73	1,05	71
<i>Jacaranda micrantha</i>	2,17	38	2,57	33	0,94	64	1,43	54
<i>Jacaranda puberula</i>	1,50	45	-	91	-	133	-	161
<i>Jacaratia spinosa</i>	1,05	56	6,18	13	2,45	30	1,73	47
<i>Lonchocarpus campestris</i>	4,07	26	1,15	53	2,06	42	3,81	22
<i>Lonchocarpus cultratus</i>	-	128	-	142	-	157	0,70	87
<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	-	129	-	143	1,52	53	-	124
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	-	130	-	144	1,86	45	-	122
<i>Lonchocarpus nitidus</i>	-	131	-	145	0,69	82	3,10	27
<i>Luehea divaricata</i>	8,29	10	-	75	1,77	46	6,85	9
<i>Machaerium paraguariense</i>	-	132	-	146	1,13	60	1,41	55
<i>Machaerium stipitatum</i>	5,94	20	5,13	16	9,38	6	14,91	4
<i>Maclura tinctoria</i>	-	133	2,89	30	0,76	71	-	128
<i>Matayba elaeagnoides</i>	5,99	19	-	78	0,34	108	0,94	77
<i>Maytenus aquifolium</i>	-	134	-	147	0,34	109	0,41	101
<i>Miconia hymenonervia</i>	0,86	69	-	108	1,52	52	-	123
<i>Miconia pusilliflora</i>	0,85	72	-	110	-	144	-	167
<i>Mollinedia blumenaviana</i>	-	135	0,85	67	-	123	-	152
<i>Mollinedia clavigera</i>	7,82	11	3,68	22	-	113	-	144
<i>Myrcia larutoteana</i>	-	136	-	148	0,34	111	0,38	113
<i>Myrciaria floribunda</i>	0,85	79	-	113	-	146	-	169
<i>Myrocarpus frondosus</i>	1,19	52	5,64	14	0,61	87	2,20	35
<i>Myroxylon peruiferum</i>	-	137	-	149	0,34	110	1,05	70
<i>Myrsine coriacea</i>	-	138	-	150	0,68	85	0,39	111
<i>Myrsine umbellata</i>	6,05	18	-	77	2,68	28	4,86	16
Myrtaceae	-	139	-	151	-	158	0,62	91
<i>Nectandra lanceolata</i>	17,56	2	0,84	71	4,57	17	5,66	14
<i>Nectandra megapotamica</i>	1,93	42	6,37	11	11,61	4	16,39	2
<i>Neea schwackeana</i>	-	140	-	152	0,34	107	-	143
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	7,77	12	5,34	15	8,46	9	15,95	3
<i>Ocotea indecora</i>	3,48	30	-	82	1,03	63	-	127
<i>Ocotea puberula</i>	4,99	23	-	81	1,88	44	0,39	108
<i>Ocotea silvestris</i>	4,66	24	13,29	5	2,26	39	1,52	53
<i>Parapiptadenia rigida</i>	13,38	3	2,01	40	5,29	15	5,67	13
<i>Peltophorum dubium</i>	0,96	58	-	99	0,86	65	0,41	100

Continua

ESPÉCIE	Ecótono FOM/FES		FES Montana		FES Submontana Típica		FES Submontana Úmida	
	VI%	Posição	VI%	Posição	VI%	Posição	VI%	Posição
<i>Picrasma crenata</i>	-	141	-	153	-	159	2,08	38
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	-	142	-	154	1,65	49	2,04	39
<i>Piper amalago</i>	-	143	-	155	0,68	84	-	133
<i>Pisonia ambigua</i>	-	144	1,06	56	1,30	55	-	125
<i>Plinia rivularis</i>	-	145	6,46	10	1,30	56	4,78	17
<i>Prockia crucis</i>	1,37	47	1,01	57	1,27	57	0,86	82
<i>Prunus myrtifolia</i>	12,19	4	3,89	21	1,19	59	2,76	29
<i>Psychotria carthagenensis</i>	0,85	78	2,96	29	0,48	90	1,76	45
<i>Rauvolfia sellowii</i>	-	146	2,39	35	1,44	54	0,45	99
<i>Roupala asplenoides</i>	-	147	-	156	-	160	0,53	93
<i>Roupala brasiliensis</i>	1,26	49	-	93	-	135	-	163
<i>Rudgea jasminoides</i>	0,87	65	-	105	-	141	0,77	86
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	-	148	-	157	2,32	35	0,98	74
<i>Schefflera morototoni</i>	-	149	0,96	59	0,43	94	-	135
<i>Schizolobium parahyba</i>	-	150	1,08	55	-	120	-	149
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	1,28	48	3,32	25	2,38	33	13,80	5
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,86	67	3,34	24	-	114	1,04	72
<i>Seguiera guaranitica</i>	-	151	1,76	45	1,60	50	3,55	23
<i>Senegalia polyphylla</i>	-	152	-	158	-	161	0,86	81
<i>Senegalia recurva</i>	2,04	41	-	89	0,79	69	0,69	88
<i>Senegalia velutina</i>	-	153	-	159	-	162	0,38	116
<i>Simira sampaioana</i>	-	154	-	160	0,69	83	-	132
<i>Solanum argenteum</i>	-	155	-	161	-	163	0,39	105
<i>Solanum campaniforme</i>	-	156	-	162	-	164	0,47	96
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	-	157	-	163	-	165	1,33	58
<i>Solanum guaraniticum</i>	0,87	62	-	102	-	139	-	166
<i>Solanum mauritianum</i>	-	158	-	164	-	166	1,02	73
<i>Solanum pseudoquina</i>	-	159	-	165	-	167	0,79	84
<i>Solanum sanctaecatharinae</i>	0,87	66	-	106	-	142	1,53	51
<i>Sorocea bonplandii</i>	7,36	15	17,20	3	8,63	7	2,69	30
<i>Strychnos brasiliensis</i>	2,51	36	-	85	0,44	93	1,17	66
<i>Styrax acuminatus</i>	7,68	13	-	76	-	128	-	157
<i>Styrax leprosus</i>	6,80	17	1,95	42	-	116	1,09	68
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	8,98	8	2,11	37	3,70	23	9,32	7
<i>Symplocos pentandra</i>	1,07	55	-	97	-	137	-	164
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	1,20	50	-	94	0,75	76	0,68	89
<i>Toxicodendron striatum*</i>	-	160	0,85	68	-	124	-	153
<i>Trema micrantha</i>	-	161	0,86	61	-	121	-	150
<i>Trichilia casaretti</i>	-	162	2,53	34	0,75	75	0,67	90
<i>Trichilia catigua</i>	0,85	77	4,32	17	4,46	19	4,38	18
<i>Trichilia clausenii</i>	-	163	6,21	12	2,39	32	0,85	83
<i>Trichilia elegans</i>	-	164	1,83	44	0,68	86	4,35	19
<i>Trichilia pallens</i>	0,89	61	-	101	0,34	106	-	142
<i>Urera baccifera</i>	-	165	0,86	63	2,69	27	6,76	10
<i>Vitex megapotamica</i>	-	166	-	166	-	168	2,49	32
<i>Xylosma ciliatifolia</i>	0,85	74	-	111	-	145	-	168
<i>Zanthoxylum naranjillo</i>	-	167	-	167	0,74	78	1,17	64
<i>Zanthoxylum petiolare</i>	-	168	-	168	-	169	1,26	62
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	-	169	-	169	0,85	66	1,30	59

* - Espécie Exótica.